

BONN

1969

ÜBER DIE FIXIERUNG VON STRECKSEHNENABRISSEN
UND SPEZIELLER FRAKTUREN MIT DER PERCUTANEN
ODER OFFENEN MARKDRAHTUNG NACH KIRSCHNER

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

vorgelegt von
JOHANNES HEINZ BAUMBACH
aus Düsseldorf

BONN 1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

ÜBER DIE FIXIERUNG VON STRECKSEHNENABRISSEN
UND SPEZIELLER FRAKTUREN MIT DER PERCUTANEN
ODER OFFENEN MARKDRAHTUNG NACH KIRSCHNER

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Bonn

vorgelegt von

JOHANNES HEINZ BAUMBACH

aus Düsseldorf

BONN 1969

Angefertigt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

Referent: Professor Dr. med. A. Gütgemann

Tag der mündlichen Prüfung: 2. Juli 1969

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Bonn-Venusberg
(Direktor: Professor Dr. med. A. Gütgemann)

Aus der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses
Siegburg (Chefarzt: Prof. Dr. med. H. Rohr)

Inhaltsverzeichnis

I. Methodische Einleitung zur KIRSCHNERmarkdrahtung von Strecksehnenabrissen und speziellen Frakturen

II. Strecksehnenabriss

1. Das Zustandekommen des Strecksehnenabrisses
und das Problem der erfolgreichen Wiederher-
stellung
2. Therapie
 - a. Die in der Literatur genannten konserva-
tiven Verfahren
 - b. Sehnennähte
 - c. Operative Methoden anderer Autoren und
eigene Kasuistik
3. Zusammenstellung der in der Chirurgischen Ab-
teilung des Städtischen Krankenhauses Sieg-
burg behandelten Patienten
4. Komplikationen und zusammenfassende Anwendung
der Methoden

III. Claviculafrakturen

1. Der prozentuale Anteil am Skelettsystem,
der Entstehungsmechanismus und die spezielle
Einteilung dieser Frakturen
2. Therapie
 - a. Die in der Literatur am häufigsten genann-
ten konservativen Verfahren
 - b. Operative Methoden anderer Autoren und
eigene Kasuistik
3. Die Begründung zum operativen Vorgehen
4. Zusammenstellung der in der Chirurgischen Ab-
teilung des Städtischen Krankenhauses Sieg-
burg behandelten Patienten
5. Komplikationen

IV. Supracondyläre Humerusfrakturen -

mit besonderer Berücksichtigung der kindlichen Fraktur

1. Der am häufigsten betroffene Personenkreis, der Entstehungsmechanismus, die Frakturtypen und die Einteilung der Frakturen nach dem Schweregrad der Dislokation
2. Therapie
 - a. Konservative Verfahren -
die manuelle Reposition mit Ruhigstellung im Gipsverband und
eine Auswahl der in der Literatur genannten Extensionsbehandlungen, ihre Anwendung und Diskussion
 - b. Operative Methoden anderer Autoren und eigene Kasuistik
3. Eine mit Kirschnermarkdrähten in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Siegburg versorgte supracondyläre Humerusfraktur
4. Komplikationen

V. Mittelhand- und Fingerfrakturen, Mittelfuss- und Zehenfrakturen

1. Die am häufigsten betroffenen Knochenabschnitte der Hand, der Entstehungsmechanismus und die spezielle Lokalisation der Frakturen
2. Therapie
 - a. Die in der Literatur genannten konservativen Verfahren
 - b. Operative Methoden anderer Autoren und eigene Kasuistik
3. Die Anwendung der unter Punkt 2 besprochenen

Therapie bei Mittelfuss- und Zehenfrakturen

4. Zusammenstellung der in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Siegburg behandelten Patienten

VI. Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

I. Methodische Einleitung zur Kirschnermarkdrahtung von Streck- sehnenabrissen und speziellen Frakturen

Über die richtige und zweckmässige Versorgung von Strecksehnenabrissen und primär geschlossener Knochenbrüche sind in den letzten Jahren heftige Kontroversen geführt worden. Manche Arbeitsgruppen und Operateure stellen heute die Indikationen für die Vornahme operativer Osteosynthesen ausserordentlich weit, während anderenorts diese Verfahren strikte abgelehnt werden.

Die schnelle Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit des primär gesunden Organismus ist nicht nur von eindrucksvoller psychologischer, sondern auch von volkswirtschaftlicher Bedeutung. Es stellt sich jedem Operateur die Frage, unter welchen Voraussetzungen primär geschlossene Frakturen konservativ oder operativ behandelt werden. Jede Frakturbehandlung, ob konservativ oder operativ durchgeführt, setzt in Folgerichtigkeit und Erfolg besonderes Fachwissen und praktische Erfahrung voraus. Sie erfordert einen erheblichen apparativ technischen Aufwand, erfahrene Ärzte und gut geschulte Hilfskräfte und ist in ihrem Endergebnis weitgehend davon abhängig. Eingeschlossen ist selbstverständlich die schon im Krankenhaus begonnene und dort auch möglichst bis zur Wiederherstellung, eventuell auch ambulant durchgeführte, krankengymnastische Nachbehandlung, die vielerorts noch nicht genügend berücksichtigt wird.

Ein weiterer wichtiger Faktor bezüglich des Endergebnisses bzw. des Erfolges der Osteosynthesebehandlung ist der Intelligenzgrad und die aktive Mitarbeit des Verletzten.

LORENZ BÖHLER hat in seinem klassischen Werk die Voraussetzungen für die Frakturbehandlung dargestellt. Er hat immer wieder mit Nachdruck betont, wie gross der Aufwand gerade für eine erfolgreiche konservative Therapie ist. Nach den von ihm aufgestellten Richtlinien gilt als Forderung, dass jede Fraktur, die nicht sofort operiert wird, exakt reponiert und fixiert werden muss, damit keine Komplikationen, wie Spannungsblasen, Hautnekrosen, Weichteilinterposition, Infektion, auftreten, die die vorgeplante Osteosynthese unmöglich machen.

Anders als vor kaum einem Jahrzehnt sind wir heute in der Lage, mit einer gleichmässig ausgebauten konservativen wie operativen Frakturbehandlung arbeiten zu können.

Die Entwicklung des Durchleuchtungsgerätes mit Bildverstärker, das DIETHELM vor 14 Jahren erstmals auf dem Deutschen Röntgenkongress vorstellte, bringt besonders für die operative Frakturbehandlung grosse Vorteile und wesentliche Erleichterungen.

Vor dieser Zeit war der Operateur bei der Arbeit mit dem Kryptoskop oft der Primärstrahlung ausgesetzt. Es musste jeweils eine lange Kette von Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen geschossen werden, die oft kleine Eingriffe durch die lange Dauer und die Gefährdung der Asepsis zu gefährlichen Operationen machten.

Die Weiterentwicklung des Bildverstärkers in Verbindung mit einer Fernseheinrichtung ermöglicht dem Operateur eine sofortige Kontrolle aller Repositionsschritte und operativen Vorgänge.

Es besteht kein Zweifel, dass nicht zuletzt durch diese modernen Apparaturen und infolge der Schnelligkeit der Eingriffe, ver-

bunden mit den schonenden, modernen Narkoseverfahren, mit der minimalen Gefährdung der Asepsis und dem guten Strahlenschutz die operative Knochenbruchbehandlung immer mehr an Boden gewinnt.

Schon bald nachdem KIRSCHNER 1927 einen dünnen halbstarren als Bohrer benutzbaren Draht beschrieben hatte, wurde dieses wertvolle Hilfsmittel der Knochenchirurgie von vielen Chirurgen unter verschiedensten Gesichtspunkten verwandt.

SOMMER berichtet 1932 erstmalig über die Fixierung von Frakturen mit percutan eingeführten Kirschnerdrähten.

J. BÖHLER benutzte zwei gekreuzte Kirschnerdrähte und BLOCK bohrte anstelle einzelner mehrere Drähte durch die Frakturrenden, um eine "eiserne" Fixation zu erzielen.

Die neue Entwicklung der Marknagelung und der Markdrahtung begann in Deutschland in den Nachkriegsjahren, als die statistische Erfassung der Patienten, der Erfahrungsaustausch auf Kongressen, die notwendigen Tierversuche und die Materialuntersuchungen wieder möglich waren.

PAP zeigt 1956 in seiner Monographie "Die Diafixation" die Leistungsbreite der percutanen Fixierung von Frakturen mit Kirschnerdrähten auf. Die Vorteile der temporären Fixation, wie wir sie hauptsächlich bei Strecksehnenabrissen, Claviculafrakturen, Finger- und Mittelhand-, Zehen- und Mittelfussfrakturen und auch bei der supracondylären Humerusfraktur anwenden, sind:

1. Ein schonendes einfaches Verfahren,
2. Entlastung der Unfallstation durch kürzere klinische Behandlungsdauer, die medico-mechanische Nachbehandlung kann meist

ambulant durchgeführt werden,

3. rasche Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit,
4. Verringerung der Dauerrenten,
5. gute Resultate, zum Teil besser als bei den übrigen Behandlungsmethoden.

Diese Punkte entsprechen weitgehend den von KÜNTSCHER bei der Marknagelung angegebenen.

Bei der percutanen Fixation kommt noch die Gewebsschonung, die Vermeidung von Narben und die geringe Gefahr der Infektion u.a. dazu. Die percutane Fixation bietet sich als ein Verfahren bei einer nicht geringen Zahl von Frakturen an, die bei rein konservativer Behandlung zu Fehlheilungen, wie Fehlstellung und Pseudarthrosen, und infolge zu lang erforderlicher Ruhigstellung zu bleibenden funktionellen Schäden führt. Sie tritt mit der Fortentwicklung der dazu erforderlichen Hilfsmittel mehr und mehr in den Vordergrund, ohne einen langwierigen blutigen Eingriff darzustellen.

Das Charakteristische der percutanen Fixierung besteht darin, dass das Fixierungsmittel durch eine mehr oder weniger weit von der Bruchstelle entfernte kleine Einstichöffnung zur Vereinigung der Fragmente eingeführt und bis zur knöchernen Konsolidierung des Bruches belassen werden kann. Das Hereinbringen von pathologischen Keimen ist damit auf ein Minimum herabgesetzt bei geringer Traumatisierung des Gewebes. Mit dem Wort "percutan" sind in der Literatur zum Teil unterschiedliche Auffassungen verbunden. SCHWIER schlägt vor, die percutane Fixierung geschlossen reponierter Frakturen von der percutanen Fixierung offen reponierter

Frakturen zu unterscheiden.

Das Ziel der percutanen Fixierung geschlossen reponierter Frakturen ist die Ruhigstellung der Bruchstelle ohne operative Eröffnung des Bruchherdes bei weitgehender Schonung der Weichteile und des Knochens durch einen möglichst kleinen und kurzen Eingriff.

Die Reposition soll möglichst innerhalb der ersten 24 Stunden vorgenommen werden. Nach dem Ausgleich der Verkürzung wird immer zuerst die Ebene bestimmt, in der die Bruchstücke am stärksten verschoben sind (KÜNTSCHER). Vor Einbringen des Kirschner-Drahtes muss mit Hilfe des Röntgenfernsehens grundsätzlich die Knochenebene auf dem Fernsehschirm dargestellt werden, auf welcher sich der Bruchspalt am deutlichsten abzeichnet (SCHWIER). Die einzige Schwierigkeit besteht darin, den Knochen so zu treffen, dass der Draht durch die Mitte der Markhöhle eingebohrt werden kann.

Bei der percutanen Fixierung offen reponierter Frakturen werden die Drähte ohne Durchleuchtungskontrolle nur unter Sicht des Auges geschossen. Wir wendeten diese Methode zum Teil bei geringer dislozierten Claviculafrakturen und geschlossen nicht reponierbaren supracondylären Humerusfrakturen an. Sobald die Frakturen knöchern konsolidiert sind, werden die Drähte ambulant entfernt. Nach unseren Erfahrungen ist die Bohrdrähtfixation dort angezeigt, wo mit hoher Wahrscheinlichkeit durch eine Bruchfixation das Heilverfahren abgekürzt oder eine gute Reposition der Bruchstücke konservativ nicht erhalten werden kann. Die Operationsbelastung ist so gering, dass sie selbst kreislaufunfähigen Patienten zugemutet werden kann. Binwandfreie Hautverhält-

nisse - keine Infektion, keine Spannungsblasen - sind bei der Kirschner-Drahtfixation, auch bei der geschlossenen Reposition, unbedingt Voraussetzung.

Die Ursachen von eventuellen Misserfolgen bei der operativen Behandlung liegen meist in einer zu grosszügig gestellten Indikation und besonders in einer unzureichenden Technik.

II. Strecksehnenabriss

1. Das Zustandekommen des Strecksehnenabrisses und das Problem der erfolgreichen Wiederherstellung

Den Strecksehnenverletzungen an der Hand kommt eine besondere praktische Bedeutung zu. MITTELBACH fand bei 159 Verletzungen der Strecksehnen an der Hand nur 11 Beugesehnen durchtrennungen. Die überraschende Beobachtung funktionell guter Ergebnisse bei Primärnaht der Beugesehnen im "Niemandland" und viele schlechte Ergebnisse bei der Versorgung von Strecksehnenverletzungen, trotz angeblich allgemein guter Prognose, machen deutlich, dass das Problem der Wiederherstellung nach Strecksehnen durchtrennung keineswegs in allen Teilen bereits gelöst ist.

Der Strecksehnenabriss am Fingerendglied ist der häufigste aller Sehnenrisse. Er kann zustandekommen entweder durch direkte Gewalteinwirkung, Quetschung oder Schlag oder indirekt durch plötzliche Überbeugung des Endgliedes bei angespanntem Streckapparat. Diese relativ geringfügige Verletzung führt zu einer beachtlichen Funktionsstörung der ganzen Hand und eventuell zu einer Beeinträchtigung der Berufsausübung. Durch den Ausfall des

Streckapparates und den kräftigen Zug der tiefen Beugesehnen gerät das Endglied in volle Beugestellung und kann aktiv nicht mehr gestreckt werden. Der Streckausfall führt bei vielen Tätigkeiten zu einer starken Behinderung. Die Stereognostik ist insofern gestört, als jeder ergriffene Gegenstand grösser erscheint als er ist (H. GEORG, 1959). Besonders die Wiederherstellung voller Beweglichkeit im Bereich der Fingermittelgelenke ist wegen der komplizierten anatomischen Verhältnisse schwierig. Offene und geschlossene Verletzungen der Strecksehnen über den Fingermittelgelenken entwickeln meist erst nach Wochen die charakteristische Fehlstellung des Fingers, mit Beugung im Mittel- und Überstreckung im Endgelenk. Der Zeitpunkt für die primäre Naht ist dann oft verstrichen.

Zur Diagnose ist neben der ausserordentlichen Funktionsprüfung der einzelnen Gelenke auch eine Röntgenuntersuchung unerlässlich, um einen Knochenausriss oder eine gleichzeitig aufgetretene Fraktur festzustellen. Bei der Aufstellung des Operationsplanes muss man bedenken, dass beim Greifvorgang die Streckung der Langfinger, also die Öffnung der Hand, bis zu einem gewissen Grade, und zwar jeweils dem Beruf des Verletzten angepasst, gegenüber der Beugung in den Hintergrund tritt, solange nämlich, als die Empfangsmöglichkeit der Hand nicht beeinträchtigt wird.

2. Therapie

a. Die in der Literatur genannten konservativen Verfahren

Die in der Literatur angegebenen Methoden zur Ruhigstellung der Finger nach Strecksehnenläsionen, wie auch die Auswahl des

Materials für die Naht der Sehnen bei offenen Verletzungen sind sehr unterschiedlich. Im wesentlichen richten sich die Autoren nach dem Modus der Anatomie und dem Alter der Verletzungen, d.h. die Sehnenverletzungen werden in "gedeckte" und "offene" und Strecksehnedurchtrennungen über dem End-, dem Mittel- und dem Grundgelenk eingeteilt.

HERZOG weist zusätzlich darauf hin, dass es auch Strecksehnen- ausfälle ohne Strecksehnenläsion gibt, die dann auf Läsionen der Fibrocartilagine volares am Mittelgelenk zurückzuführen sind; dabei sollen die Finger in mittlerer Beugstellung durch eine Gipslongette für 4 bis 6 Wochen immobilisiert werden.

RAUBER machte 1955 den Vorschlag, die Strecksehnedurchtrennung der Langfinger über dem Endgelenk konservativ mit der von WINTERSTEIN angegebenen Metallschiene durchzuführen. Sie wird für jeden Patienten angefertigt und liegt der Streckseite des End- und Mittelgliedes seitlich umfassend an und wird durch zirkuläre Heftpflasterzüge fixiert. Die übrigen Fingergelenke bleiben frei. Für die Strecksehnenverletzungen über dem Mittel- und Grundgelenk fordert er in jedem Falle die operative Versorgung.

STARK schlägt 1962 für den Riss der Strecksehne am Endglied, den sogenannten "Mallet finger", eine Ruhigstellung durch Gipsverband, Pflaster oder Aluminiumschiene vor. Das Fingerendglied wird dabei überstreckt, das Mittelglied um 60 bis 70° gebeugt gehalten. Als Entstehungsursache nennt er eine plötzliche gewaltsame Beugung. Bis 10 Tage alte Verletzungen werden mit Pflasterverband oder Schiene für 5 Wochen, bei nicht ausreichendem Ergebnis wird das Endglied noch 4 weitere Wochen ruhiggestellt. Bei

20 bis 30 Tagen alten Sehnenaustrissen, die nicht vorbehandelt wurden, erfolgt im wesentlichen die gleiche Behandlung. Ruhigstellung des Endgliedes für 2 Monate. Nach Verstreichen dieser Zeit wird an das Endglied über eine Metallschiene für weitere 2 Monate eine Extension angelegt. Bei mehr als 2 Monate alten Fällen erfolgt nur noch eine Schienung des Endgliedes. Bei allen diesen Methoden gibt der Autor gute Ergebnisse an.

WINTERSTEIN benutzt 1951 zur Ruhigstellung bei der Strecksehnenunterbrechung an den Fingerendgliedern eine dorsale Metallschiene. Sie liegt halbrinnenförmig um Mittel- und Endglied des betreffenden Fingers, distal mit einer schmalen Spange um die Beugeseite des Endgliedes, proximal mit einer zirkulären Heftpflastertour am Mittelglied fixiert. Die Schiene wird 6 Wochen belassen, Fingerkuppe und Mittelgelenk bleiben frei.

KRÄMER beschreibt 1953 zum gleichen Zwecke eine Aluminiumschiene, die volar von der Fingerkuppe bis zur Mitte des Grundgliedes reicht. Das Endgelenk wird dabei in Überstreck- und das Mittelgelenk in leichte Beugestellung gebracht. Die Schiene wird fest angewickelt. Zur Kontrolle der Durchblutung bleibt der Nagel frei.

SCHUBEL beschreibt 1965 als günstigste Ruhigstellung einen Finger-Gipstutor für 5 bis 6 Wochen. Bei 68 Fällen berichtet er mit dieser Methode von 6 ungünstigen Spätergebnissen.

MOMMSEN beschreibt 1954 in einem Artikel über die Muskelphysiologie der Fingerstrecker und die Verbandbehandlung des Strecksehnenaustrisses am Endgelenk eine verbesserte Schloffersche Verbandanordnung. Das Grundgelenk wird dabei in maximaler, das Hand-

gelenk in leichter Beugestellung fixiert. Er gibt ausgezeichnete Resultate bei späteren Nachuntersuchungen an.

LAMESH weist 1962 darauf hin, dass für die Therapie der Strecksehnenrisse und -durchtrennung die Anatomie der Streckaponeurose bestimmend sei. Sehnenrupturen am Endgelenk werden bei "frischen" Fällen in Überstreckstellung ruhiggestellt; bei "alten" Fällen führt er eine Sehnenfaltung nach PULVERTAFT durch. Er weist darauf hin, dass auf Grund der anatomischen Situation eine Neigung der Fingerstrecksehnen zur Spontanheilung besteht.

b. Sehennähte

Bei der Naht der Sehnen stehen dünne Seide, Perlonfäden und Spezialdrähte zur Auswahl. Bei einer grösseren Zahl von "offenen" Verletzungen haben die Seidennähte nicht voll befriedigen können. Sie sind Resorptionsvorgängen ausgesetzt, die zur Bildung von Narbengewebe führen und bei der relativ dünnen Hautseite der Fingerstreckseiten die Primärheilung und damit das funktionelle Ergebnis gefährden.

RIES beschreibt 1949 in einer Arbeit "Die Drahtnaht der Strecksehnen an Hand und Fingern" die Vorteile eines 0,1 mm starken Spezialdrahtes, der von STERLING BUNNELL im Unfallkrankenhaus Graz mit viel Erfolg erprobt wurde. Die Reissfestigkeit ist besser als bei Seide, und die Gewebsreaktion ist geringer. Der Draht wird nach 3 Wochen entfernt, damit können Verwachsungen vermieden werden. Bei der atraumatischen Technik nach BUNNELL werden 2 Nähte angelegt: 1 Achternaht und 1 Ausziehdrahtnaht. Letztere wird besonders bei Sehnen, die unter Spannung zu vereinigen sind,

benutzt. Darauf erfolgt Ruhigstellung im gefensternten Gipsverband. Die Behandlung wird zunächst stationär durchgeführt; bei ungestörtem Heilverlauf kann der Patient nach 10 Tagen in ambulante Behandlung entlassen werden. Die Entfernung der Drähte erfolgt nach 3 Wochen ambulant. Sie ist einfach und schmerzlos. Dem folgen zunächst aktive, 1 bis 2 Wochen später passive Bewegungsübungen.

DUBROV (1962) arbeitet im Bereich der Hand ebenfalls seit 25 Jahren mit einer modifizierten Technik nach BUNNELL. Er hat dabei 80 % gute und zufriedenstellende Ergebnisse.

MANTERO berichtet 1963 über eine einfache Methode zur "Nahtblockierung" an Strecksehnen. Unabhängig von der Art der Sehnennaht wird diese noch durch 2 Perlonfäden "blockiert", d.h. entlastet. Die Fäden werden wellenförmig längs durch beide Sehnenstümpfe gezogen und über einen Knopf auf der Haut verknüpft, damit sie nach einigen Wochen entfernt werden können. Es soll dadurch eine Verkürzung der Ruhigstellung und eine frühzeitige aktive Mobilisierung erreicht werden. Die Ergebnisse seien ausgezeichnet.

MITTELBACH empfiehlt 1963 bei "offenen" Strecksehnenverletzungen die Verwendung von rostfreiem, multifilen Stahldraht zur Sehnenversorgung, wie auch zur Hautnaht.

HELLMANN weist 1965 auf eine Möglichkeit zur Wiederherstellung von alten Sehnenrissen hin. Ein 2 bis 3 mm breiter Streifen wird beiderseits vom seitlichen Anteil des Strecksehnenzügels abgespalten und darauf in der Mitte vernäht.

KOGGE beschreibt 1964 die End-zu-End-Vereinigung der Sehnen-naht mit 000-Seide. Der betroffene Finger wird mit einer Gips-longette vom Endgelenk bis zum Ellenbogen ruhiggestellt. Das Fingergrundgelenk steht gestreckt und das Handgelenk in Funktionsstellung. Die Fäden werden am 10. Tag entfernt. Zur Beurteilung des Erfolges wird die aktive Beweglichkeit des Grundgelenkes mit dem Goniometer nach PULVERTAFT (1956) gemessen, mit der gesunden Seite verglichen und nach MILLER bewertet. Sehr gutes Ergebnis: Volle Streckung und Beugung; gutes Ergebnis: Bis 10° Streckverlust bei voller Beugung; befriedigendes Ergebnis: Zwischen 10 und 30° Streckverlust, mit und ohne leichte Beugebehinderung; schlechtes Ergebnis: Mehr als 30° Streckverlust, mit und ohne leichte Beugebehinderung. Die Verletzungen betrafen meist den 2. und 3. Finger. Beste Ergebnisse wurden bei einer Ruhigstellung von durchschnittlich 10 Tagen erzielt.

Folgende Fehler bei der Strecksehnnennaht am Handrücken werden 1963 von BEYER beschrieben:

1. Naht der Sehne von der Wunde aus ohne Hilfsschnitte.
2. Fassen und Vorziehen des zurückgeschlüpften proximalen Endes mit einer Klemme führt eventuell zur Quetschung der Sehne.
3. Knüpfen der Sehnnennaht unter Spannung - Ausreissen der Fäden.
4. Verwenden von zuviel. und zu grosser Seide.
5. Keine Adaptation des subcutanen Fettgewebes über der Sehnnennaht.
6. Zu grosse Traumatisierung von Sehnen und Sehnengleitgewebe.
7. Keine Assistenz bei der Sehnnennaht.

BEYER empfiehlt eine Fensterung des Sehnengleitgewebes über dem

proximalen Sehnenstumpf und Anschlingen desselben mit einer Sehnhaltenaht. Er führt die Vereinigung der Sehnenstümpfe mit ISELINScher Vierecknaht durch, wobei an jedem Sehnenstumpf 2mal ein- und ausgestochen wird. MITTELBACH empfiehlt, die operative Wiederherstellung der Sehnenrisse zusätzlich noch in Blutleere vorzunehmen.

Aus unseren eigenen Erfahrungen empfehlen wir , besonders bei der Anwendung einer Blutleere zur Erhaltung des Zellstoffwechsels bzw. zur Vermeidung von Nekrosen die Sehnen im Wundbereich feuch - zuhalten. Wir benutzen dazu Kochsalz oder milde antiseptische Lösungen (Rivanol, Quartamon u.a.). In besonderen Fällen ist die Einscheidung der Sehnen im Bereich der Nahtstelle mit Kunststoff zu empfehlen, z.B. nach der von BRAUN-Melsungen angegebenen Methode. Zur Vermeidung von postoperativen Oedemen und Wundinfektionen haben wir mit dem Anlegen einer Redondrainage bei grösseren Wunden sehr gute Erfolge erzielt. Auf eine sorgfältige Wundtoilette sollte grösster Wert gelegt werden.

c. Operative Methoden anderer Autoren und eigene Kasuistik

Seit 1952 wird bei der Behandlung der Strecksehnenverletzungen ein Verfahren verwendet, das zur Zeit mehr und mehr an Bedeutung gewinnt und allgemein anerkannt und angewendet wird.

PRATT beschreibt in seiner Arbeit "Innere Schienung" für die "offene" und "geschlossene" Behandlung von Abrissen der Strecksehnen an den Fingerendgliedern eine Methode, bei der er als sogenannte "Innere Schienung" einen gewöhnlichen Extensionsdraht benutzt. Das Endglied steht in Überstreckstellung, das Mittelglied

wird um 60° gebeugt. Der Draht wird an der Fingerkuppe volar des Nagels eingestochen. Dann wird er durch das Endglied in das Endgelenk, durch das Mittelglied unter Verschonung des Mittelgelenkes (hier zwischen Os und Beugesehne verlaufend) und durch das distale Drittel des Grundgliedes geschossen. Auf der Streckseite des Grundgliedes spießt er durch die Haut und wird dort abgekniffen. Eine zusätzliche äussere Fixierung ist überflüssig. Der Draht wird ambulant nach 5 Wochen entfernt. Nach 6 Wochen ist die Funktion in der Regel wieder hergestellt.

Während PRATT 1952 mit der sogenannten "Inneren Schienung" mit 1 Bohrdraht das überstreckte Endgelenk und das gebeugte Mittelgelenk gleichzeitig fixiert, berichtet J. BÖHLER 1953 in einem Artikel über die Behandlung der Strecksehnenaustrisse der Fingerendglieder mit percutanen Bohrdrähten über eine abgewandelte Methode, bei der in Überstreckstellung des Fingerendgliedes 2 gekreuzte Kirschnerdrähte benutzt werden. Er hatte bei Anwendung der Methode nach PRATT zwei Fälle beobachtet, bei denen Infektionen des Drahtkanals auftraten, die möglicherweise durch Anstossen des subcutan abgezwickten Drahtes entstanden waren. Er führt die Drähte seitlich des Nagels in der seitlichen Mittellinie des Fingers - analog der Fingerarthrodese - ein; sie werden dann ebenfalls unter der Haut abgezwickt.

Beim "frischen" Strecksehnenabriss am Fingerendgelenk - bis etwa zum 8. Tag - bringt die soeben beschriebene Methode durchweg gute Ergebnisse. Wichtig ist die Fixierung ausschliesslich des Endgelenkes, Mittel- und Grundgelenke können - einige Autoren fordern sogar "sollen" - frei bleiben. Das abgerissene

Sehnenende kann sich nur 2 bis 3 mm zurückziehen, da der Streckapparat durch seine Ansätze an Grund- und Mittelglied gehalten wird. Es genügt allein eine mässige Überstreckung im Endgelenk, um das abgerissene Sehnenende wieder mit der Endgliedbasis in Kontakt zu bringen.

GEORG berichtet über ein operatives Verfahren aus der Heidelberger Klinik, wobei in Kombination mit der temporären Bohrdraht-Arthrodese die Narbenplatte sozusagen als Verlängerung der Sehne festen Kontakt mit dem Endgliedknochen erlangt. Bis zu einer Festigung sind mindestens 3 Wochen erforderlich.

J. BÖHLER empfiehlt, bei veralteten Strecksehnenaustrissen das Narbengewebe zwischen den Sehnenenden zu entfernen und mit einer Stahldrahtnaht zu nähen. An der Naht wird - entsprechend dem BÜNNELschen Prinzip der entfernbaren Drahtnaht - ein Ausziehdraht angeschlungen und damit nach 3 Wochen die ganze Naht entfernt. Die Ruhigstellung erfolgt auch bei dieser Nahttechnik mit dem Kirschnermarkdraht.

Eigene Operationsmethode

Nach der lokalen Operationsvorbereitung und Leitungsanästhesie wird ein etwa 1 mm dicker Kirschner-Draht in die Fingerkuppe bis zur Knochenfühlung in der Längsachse des Fingers eingestochen. Unter Bildwandlerkontrolle wird der Kirschner-Draht durch die Mitte des überstreckten Endgliedknochens bis durch die Basis des Mittelgliedköpfchens eingebohrt. Nach der klinischen Prüfung der Fixation wird der Draht im Hautniveau abgekniffen und für ca. 4 Wochen belassen. Eine zusätzliche Ruhigstellung im Gipsverband oder auf einer Spatelschiene ist nicht erforderlich.

3. Zusammenstellung der in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Siegburg behandelten Patienten

1. W.K., 46 J., Arbeitsunfall am 6. 10. 1967, li. Zeigefinger beim Abwehren eines Betrunkenen überstreckt.
Rö.: Kleine Knochenaussprengung an der Streckseite des Zeigefingerendgliedes li. an der Basiskante.
Ø zusätzlichen Verletzungen.
6. 10. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Leitungsanästhesie unter Bildwandlerkontrolle, Spatelschiene.
3. 11. 67 Drahtentfernung, Bewegungsübungen.
28.11. 67 arbeitsfähig.
Zur Nachuntersuchung nicht erschienen.
2. E. St., 63 J., häusl. Unfall am 27. 11. 1967, re. Mittelfinger beim Putzen gestossen und überstreckt.
Rö.: Periostausrisse an der Basis des Endgliedes und am Köpfchen des Mittelgliedes.
Ø zusätzliche Verletzung.
5. 12. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Leitungsanästhesie unter Bildwandlerkontrolle, Spatelschiene.
3. 1. 68 Drahtentfernung, Bewegungsübungen.
25. 6. 68 Nachuntersuchung: Geringgradige Einschränkung der Beugung, Streckung im Endgelenk nahezu vollständig.
3. A.G., 57 J., häusl. Unfall am 29. 10. 1967, re. Zeigefinger beim Bettenmachen überstreckt.
Rö.: o.B.
Ø zusätzliche Verletzung.
29. 10. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Leitungsanästhesie unter Bildwandlerkontrolle, Spatelschiene.
24. 11. 67 Drahtentfernung, Bewegungsübungen.
21. 6. 68 Nachuntersuchung: Endglied steht in leichter Beugstellung, Bewegungen im Endgelenk frei.
4. H.L., 44 J., häusl. Unfall am 31. 10. 1967, li. Mittelfinger beim Putzen gestossen und überstreckt.
Rö.: o.B.

Ø zusätzliche Verletzung.

31. 10. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Leitungsanästhesie unter Bildwandlerkontrolle, Spatelschiene.

28. 11. 67 Drahtentfernung, Bewegungsübungen.

12. 8. 68 Nachuntersuchung: Noch geringe Beugehemmung im Endgelenk, Streckung nahezu vollständig möglich.

5. F. Sch., 38 J., Arbeitsunfall am 14. 9. 1967, li. Mittelfinger durch einen beim Ausladen zurückfedernden Telefonmast überstreckt.

Rö.: o.B.

Ø zusätzliche Verletzung.

14. 9. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Leitungsanästhesie unter Bildwandlerkontrolle, Spatelschiene.

18.10. 67 Drahtentfernung, Mittelfingerendglied steht weiterhin in Beugestellung.

17.11. 67 Sekundäre Sehnennaht und Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes.

2. 1.68 Drahtentfernung. Bewegungsübungen im auswärtigen Krankenhaus durchgeführt.

4. 7. 68 Nachuntersuchung: Fingerendglied steht wieder in Beugestellung, eine Streckung ist nur passiv möglich.

Zusammenfassung der Daten bei Strecksehnena-brissen

Pat.	Name	Alter	Unfall-Datum	Unfall-art	Verletzg.	Kl.-Mark-Drahtung	Drahtent-fernung	Nachunter-suchung	Ergebnis n. MILLER
1.	F.Sch.	38 J.	14.9.67	Arbeit	li.ZF	14. 9.67	18.10.67	9.11.67 4. 7.68	schlecht
2.	W.K.	46 J.	6.10.67	Arbeit	re.MF	6.10.67	3.11.67	nicht er-schienen	gut (28.11.67)
3.	A.G.	57 J.	29.10.67	Haus	re.ZF	29.10.67	24.11.67	21. 6.68	befriedi-gend
4.	H.L.	44 J.	31.10.67	Haus	li.MF	31.10.67	28.11.67	12. 8.68	gut
5.	B.St.	63 J.	27.11.67	Haus	li.MF	5.12.67	3. 1.68	25. 6.68	gut



a. Unmittelbar nach dem Unfall
(kein Anhalt für Knochenaus-
riss).

b. Zustand nach Kirschner-
markdrahtung in Überstreck-
stellung.

c. Kontrolle nach Wiederher-
stellung der Sehnen- und
Gelenkfunktion.
(Der Bohrkanal ist röntgeno-
logisch nicht mehr nach-
weisbar.)

Verlaufskontrolle bei Strecksehnenabriss am Zeigefingerend-
glied links.

4. Komplikationen und zusammenfassende Anwendung der Methoden

Als Komplikation können die von J. BÖHLER beschriebenen Infekte des Drahtkanals auftreten. Sie wurden in der Stärke, wie BÖHLER sie beschreibt, bei den von uns behandelten Patienten nicht beobachtet. Gelegentlich treten stärkere Rötungen und Schwellungen des End- und Mittelgliedes in den ersten Tagen auf, sie sind dann noch ohne Bedeutung. Ein echter Drahtinfekt macht sich nach MITTELBACH erst am dritten Tag bemerkbar. Hitzeschäden kann man vermeiden, wenn man einen mitteltourigen Bohrlauf beibehält und Druck unterlässt. Eine Gelenkschädigung durch den eingebohrten Draht wurde von uns nicht beobachtet und ist wohl auch nicht zu befürchten:

Zusammenfassend sollen noch einmal die am häufigsten angewendeten Behandlungsmethoden genannt werden:

1. Bei "gedecktem" Strecksehnenabriss am Endglied temporäre Bohrdraht-Arthrodesen,
2. bei "offener" Strecksehnedurchtrennung am Endgelenk Sehnennaht, zusätzlich temporäre Arthrodesen mit Kirschner-Draht,
3. bei "altem" Strecksehnenabriss am Endgelenk Sehnennarbe ausnutzen oder Narbengewebe entfernen und Sehnennähte legen, zusätzlich temporäre Bohrdraht-Arthrodesen; eine gedeckte Strecksehnenverletzung ist nach einer Woche als "veraltet" anzusehen;
4. Sehnenverletzungen im Mittel- und Grundgelenk: Sehnennaht und Ruhigstellung mit Gipsschiene.

Bei der Nahttechnik wird in der Literatur multifiler rost-

freier Stahldraht anstelle von Seide bevorzugt und die BUNNELsche Technik empfohlen. Ob einem wiederherstellenden Eingriff nach Strecksehnenverletzung jedoch Erfolg beschieden ist, hängt nicht nur von der Technik und der Fähigkeit des Operateurs ab, sondern in einem viel grösseren Mass von der Einstellung des Patienten zu seiner Verletzung. Strecksehnenausfälle, die funktionell schwerwiegend sind, können mit einiger Sicherheit und einem zumutbaren Risiko für den Patienten beseitigt werden; dieser Eingriff ist duldungspflichtig. Trotz alledem sollte man sich wegen des oft nicht vorhandenen guten Willens des Patienten überlegen, ob und wem man eine operative Wiederherstellung vorschlägt. Strecksehnenaustrisse am Finger sind eine relativ harmlose Verletzung. Der operative Eingriff sollte bei Werkträgern, besonders bei Handarbeitern, die eventuell durch den Streckausfall eines Fingers in der sicheren Ausführung ihrer Arbeit behindert sind, unbedingt durchgeführt werden.

III. Claviculafrakturen

1. Der prozentuale Anteil am Skelettsystem, der Entstehungsmechanismus und die spezielle Einteilung dieser Frakturen

Der Anteil der Claviculafrakturen an der Gesamtzahl der Knochenbrüche beträgt etwa 10 bis 12 %. Er wird von den einzelnen Autoren etwas unterschiedlich angegeben. BRUNELLIT gibt ihn mit 6 - 8 %, MALGAIGNE mit 10,3 %, BÜRKLE de la CAMP und ROSTOK mit 10,3 %, CRONE-MÜNZEBOCK mit 12 %, KUZMINSKI mit 10 - 15 % und MATTI ebenfalls mit 10 - 15 % an.

Bei Kindern ist diese Fraktur besonders häufig, bei Jugendlichen und Erwachsenen überwiegt das männliche Geschlecht. BADER nennt hier 75 % und BRUNELLT 80 %.

Die Schlüsselbeinfrakturen entstehen meist durch indirekte Gewalteinwirkung, wie Sturz auf die Schulter oder auf die ausgestreckte Hand. Das Ergebnis sind Biegungs- oder Trümmerbrüche des s-förmigen Knochens zwischen Schulter und Brustbein. Die Kontinuitätstrennung des Schultergürtels hat oft eine wesentliche Dislokation mit Verkürzung und Asymmetrie der Schulter zur Folge. Als Unfallart kommen Verkehrsunfälle, Betriebsunfälle, Sportunfälle und sonstige Unfälle in Betracht, wobei ein grosser Teil der Betriebsunfälle sich auf dem Wege zur oder von der Arbeitsstelle - sogenannte "Wegeunfälle" - ereignen. Der Locus minoris resistentiae liegt infolge der s-förmigen Schaftkrümmung des Schlüsselbeines meist an der Grenze zwischen dem mittleren und acromialen Drittel. An dieser Stelle ist der Knochen besonderer Beanspruchung durch Zug und Gegenzug ausgesetzt. Hier treffen sich die durch Stoss und Gegenstoss bedingten Schwingungen (HYRTH). Entsprechend des Biegungsmechanismus verläuft die Fraktur gewöhnlich schräg. Oft entstehen Abbrüche kleinerer oder grösserer Knochenkeile im Frakturbereich. So können Fragmentspitzen den zwischen der Clavicula und der 1. Rippe verlaufenden Plexus brachialis schädigen und dadurch heftigste Parästhesien und Neuralgien sowie schlimmstenfalls Lähmungen auslösen. LICHNER berichtet 1963 bei 270 von ihm konservativ behandelten Claviculafrakturen nur von drei solchen Fällen, das sind 1,1%. Noch seltener sind nach der Literatur Verletzungen der neben dem Plexus

liegenden grossen Gefässe - Arteria und Vena subclavia - und der Pleurakuppe.

Durch direkte Gewalteinwirkung, durch Schlag oder Stoss, kann das Schlüsselbein an jeder Stelle brechen. Es resultiert daraus meist die Querfraktur. Schon bei Neugeborenen können bei Sponangeburt in Schädellage durch ein Missverhältnis zwischen der kindlichen Schulterbreite zum mütterlichen Becken Claviculafrakturen entstehen. Sie betreffen stets das mittlere Drittel und sind meist nach 10 Tagen ohne Therapie fest verheilt.

MATTI teilt die Schlüsselbeinbrüche in sternale, mediale und laterale Frakturtypen ein. Der sternale Anteil der Clavicula ist durch den parallel zur Längsachse gerichteten Trabekelaufbau besonders bruchfest. Sternalgelenksnahe Frakturen sind extrem selten.

Sehr selten sind auch "offene" Frakturen der Clavicula. CONWELL gibt sie mit 1 % an, BÖHLER sah nur eine offene Fraktur bei insgesamt über 1100 Schlüsselbeinbrüchen.

Der anatomische Aufbau des Schultergürtels begründet die Problematik der Therapie der Claviculafrakturen und die möglichen Komplikationen. Durch die vornehmlich muskuläre Fixation bei nur einer Gelenkverbindung am Körperstamm ist die Reposition meist einfach. Die Retention dagegen bereitet meist bis zur knöchernen Konsolidierung der Fraktur erhebliche Schwierigkeiten. Bei der typischen indirekten Frakturentstehung wirken das Brustbein und vor allen Dingen die 1. Rippe durch ihre grössere Starre im festeren Skelettverband des Thorax als Widerlager, das auch noch nach erfolgtem Bruch die Dislokation der Fragmente begünstigt.

Das Gewicht des Armes zieht das acromiale Fragment nach caudal. Der Musculus pectoralis major zieht nach vorn innen, wodurch die Schulter vor die Frontalebene tritt und der Abstand der Schulterhöhe von der Mittellinie verkürzt wird. Das sternale Fragment reitet sozusagen durch den Muskelzug des Sternocleidomastoideus auf dem lateralen. Der Verletzte neigt unwillkürlich den Kopf zur kranken Seite mit Blickrichtung zur gesunden, um durch Entspannung so den Frakturschmerz zu vermindern.

Die Komplikationen der konservativen Behandlung dislozierter Claviculafrakturen beginnen oft schon bei der Reposition. Sie sind bedingt durch die Nachbarschaft der A. und V. subclavia und des Plexus brachialis. Das Wiederabgleiten der Fragmente ist dabei nicht selten. In dessen Folge treten Heilungen in Fehlstellung, Verzögerung der Bruchheilung und Pseudarthrosen auf. Wenn dabei meist keine Funktionsbeeinträchtigungen oder subjektive Beschwerden auftreten, kann bei erheblicher Stufenbildung mit Verkürzung des Schultergürtels, besonders bei körperlich tätigen Menschen, eine Verminderung der groben Kraft des Armes und der Hand der verletzten Seite entstehen.

Bei der Reposition einer dislozierten Claviculafraktur muss die Schulter angehoben und nach aussen gezogen werden, damit das sternalwärts verschobene laterale Fragment nach aussen gehebelt wird. Die Fixierung geschieht in dieser Stellung.

2. Therapie

a. Die in der Literatur am häufigsten genannten konservativen Verfahren

Wie schwierig das Repositionsergebnis zu halten ist, wird durch die beinahe unübersehbare Zahl der in der Weltliteratur angegebenen Behandlungsverfahren unterstrichen. SCHULZ nennt 1966 etwa 200 konservative und operative Methoden. BÖHLER, BRUNELLT, RUSSO und LETITIA nennen ähnliche Zahlen.

- Einige der folgenden konservativen Verfahren haben sich in der Praxis bewährt und finden überwiegend Anwendung. Das sind
1. der Rucksackverband nach MADEN-PRINZIP der Stella dorsi; man nennt ihn auch Achterverband oder Tornisterverband.
 2. Der DESAULT-Verband oder VELPEAU, SAYRE, BORCHGREVINK.
 3. Die Fixation des betreffenden Armes auf der Abduktionsschiene.
 4. Eine spezielle Schlüsselbeinschiene nach BÖHLER oder modifiziert nach KUZMINSKI.
 5. Die einfache Lagerung nach COUTEAU, die besonders bei Mehrfachverletzungen eingesetzt wird.
 6. Die Heftpflasterextensionsbehandlung nach BARDENHEUER.

Die konservativen Methoden sollten nur bei Kindern und allgemein bei Claviculafrakturen ohne wesentliche Dislokation angewendet werden. Sie erschöpfen sich meist in der Ruhigstellung der erkrankten Schulter, ohne die korrigierte Stellung genügend fixieren zu können. Bei einer starken Verschiebung der Fragmente sind die üblichen Verbandsmethoden nicht ideal. Die Behandlung mit der BÖHLER-Schiene oder dem Abduktionsgips hat den Nachteil einer umständlichen Apparatur und der allgemeinen Behinderung der Patienten. Bei älteren Kranken besteht besonders bei Verbandsbehandlung die Gefahr der Schulterversteifung, die darauf zurückzuführen ist, dass der Deltamuskel der Schulter bei älteren

Menschen schon nach 1 bis 2 Wochen seine Funktion verliert, wenn der Oberarm am Brustkorb fixiert ist. Ebenso gefährlich sind Schrumpfungsprozesse in der Schultergelenkscapsel, wenn bei einer Ruhigstellung des Gelenkes die Capsel nicht unter einer gewissen Dauerspannung steht. Bei der konservativen Behandlung sollte deshalb darauf geachtet werden, dass der Arm nach aussen gezogen wird; entweder durch entsprechende Zugfixierung des rechtwinklig gebeugten Unterarmes oder durch eine Heftpflasterextension. Trotz sehr langer Erfahrung in der Schlüsselbeinbruchbehandlung bestehen heute noch erheblich differierende Auffassungen über die zweckmässigste Therapie dieses mit einer ungewöhnlich guten Heilungstendenz behafteten Bruches.

HIPPOKRATES hat in seinem "Buch von den Gelenken" wohl als erster Klinik und Therapie mit erstaunlicher Genauigkeit aufgezeichnet. Eine grosse Anzahl von Autoren, wie CELSUS, GALEN, v. AEGINA, RICHTER, PARE, MALGAIGNE, BRÜNINGHAUSEN, DESAULT, VELPEAU, SAYRE u.a., haben bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts die verschiedensten konservativen Therapien angegeben. BARDENHEUER gab 1889 als erster die Extensionsbehandlung an, die zwangsläufig mit einer Bettruhe verbunden ist.

b. Operative Methoden anderer Autoren und eigene Kasuistik

In den dreissiger Jahren ging es nur um die Frage, welche konservative Methode zu bevorzugen sei. Seit einiger Zeit diskutiert man, ob eine konservative oder die operative Behandlung der Claviculafraktur angewendet werden soll. In der Weltliteratur der letzten Jahre sind die Befürworter einer rein konservativen

Therapie in der Minderheit, obwohl gerade im deutschen Schrifttum - im Gegensatz zum angloamerikanischen - noch von einer grossen Zahl der Autoren die konservative Behandlung bevorzugt wird (BÖHLER, SAEGESSER, BARDENHEUER, KAVITZKY, DÜBEN, MAGNUS, GAERTNER u.a.).

Auch die operative Methode hat ihren Entwicklungsweg genommen. In der Literatur werden folgende Osteosyntheseverfahren zur operativen Wiederherstellung bzw. zur Verbindung der Frakturfragmente bei Schlüsselbeinbruch genannt: Die Verwendung von Eisenplatten, Schrauben, Metallumwicklungen oder die Verwendung eines Fascienstreifens nach STERLING BUNNELL; die Drahtnaht der Stümpfe und die Knochenspanbolzung nach ABBEE. Die percutane Reposition wurde und wird vereinzelt noch mit der Faszszange nach BELGRANO durchgeführt. Die Zangenbissnarben sollen gut verheilen. Um eine sekundäre Weichteilperforation zu verhindern oder das kosmetische Resultat zu verbessern wurde die Abmeisselung besonders vorstehender Fragmentzacken durchgeführt. Weiter wird die Cerclage mit verschiedenem Material beschrieben - Draht, Catgut, Perlon u.a.. Schliesslich seien die beiden operativen Verfahren, die wohl zur Zeit am meisten angewendet werden, genannt:

1. Die axiale Marknagelung mit dem Kirschner-Draht - nach MURRAY, KÜNTSCHER und Modifikationen.
2. Die Nagelung mit dem Rush-pin nach CRONE-MÜNZEBROCK.

Die Verwendung von Eisenplättchen, Schrauben und die Metallumwicklung, die Drahtnaht der Stümpfe und die Knochenspanbolzung nach ABBEE sind nach Ansicht der meisten Autoren obsolet. Die Verwendung eines Fascienstreifens wird in der Literatur nicht

mehr erwähnt. Bei der percutanen Reposition mit der Fasszange wird nur das Problem der Reposition gelöst. Wenn sich die Fragmente nicht ausreichend verzahnen, ist eine anatomisch befriedigende Stellung auf die Dauer nicht zu halten. Die Cerclage der Fragmente ist meist ungenügend und soll eine gute und rasche Callusüberbrückung der Fraktur hemmen. Auch die Verschraubung mit LAMEschen Platten wird in der Praxis nur noch selten angewendet.

Die meisten Autoren verwenden bei der operativen Frakturbehandlung des Schlüsselbeinbruchs die offene axiale Markdrahtbohrung mit einem 2 bis 3 mm dicken Kirschner-Draht aus V_2 A-Stahl. Sie kann wohl als die Methode der Wahl bezeichnet werden, da sie eine ideale Einstellung der Fragmente zulässt und nur gering traumatisierend wirkt. Wenn mit dem Kirschner-Draht eine Stabilität durch Fixierung in beiden Fragmenten erreicht ist, wird postoperativ bis zur Abheilung der Wunde nur eine kurzzeitige Ruhigstellung mit den herkömmlichen Verbänden durchgeführt. Wir verwenden dazu einen Desault-Stärke-Verband.

Die Originalmethode von MURRAY, 1940 erstmalig angegeben, "Die geschlossene axiale Markdrahtung mit dem Kirschner-Draht"--, ist vielfach modifiziert worden. Das Prinzip der sogenannten "inneren Schienung" nach KÜNTSCHER bleibt dabei immer dasselbe. Variiert wird die Einbohrtechnik und das Verfahren der "geschlossenen", seltener durchgeführten, beziehungsweise der "offenen" und bevorzugten Operationsmethode. Entweder wird mit einem Hautschnitt die Frakturstelle freigelegt und der Kirschner-Draht zunächst in das laterale Fragment eingebohrt, oder die Fragmente

werden von sternal her in umgekehrter Reihenfolge erfasst.

Einige Autoren bevorzugen für gut reponierbare Claviculafrakturen eine geschlossene Nagelung. Dazu wird 2 bis 3 Querfinger lateral vom Sternoclaviculargelenk ein 2 cm langer Schnitt in Verlaufsrichtung des Schlüsselbeines angelegt, mit einem etwa 3 mm starken Spiralbohrer die Corticalis durchbohrt und der Draht genau in Richtung Schulter eingebohrt.

KÜNTSCHER weist besonders darauf hin, den Draht nicht einzuschlagen, sondern einzubohren. Wegen einer möglichen hitzebedingten Knochenschädigung wird die Benutzung einer Motor- oder Handbohrmaschine diskutiert. FRANZ und MORISI empfehlen, bei einem kleinen distalen Fragment den Draht auch durch das Acromion zu führen, um eine sichere Fixation zu erreichen - nach der Technik von PAIS.

CRONE-MÜNZEBROCK und mit ihm einige andere Autoren - WEHNER, NEER u.a. - verwenden seit einiger Zeit zur geschlossenen Clavicula-Nagelung den Rush-pin. Als Vorteil wird der Gleitschlitten an der Rush-pin-Spitze genannt, der kräftige Querschnitt des Nagels und damit eine stabilere Osteosynthese als beim Kirschner-Draht. CRONE-MÜNZEBROCK nennt als Vorteile der operativen Behandlung mit dem Rush-pin, den er von sternal her einschlägt, ein gutes kosmetisches Ergebnis, volle Funktionstüchtigkeit im Schultergelenk, schon nach wenigen Tagen keinen Druckschmerz mehr durch die stabile Osteosynthese. Mit Bewegungsübungen des Armes kann bereits am 4. postoperativen Tag begonnen werden. Die Ruhigstellung mittels eines Verbandes oder auf einer Abduktionsschiene entfällt. Wiedereintritt der Arbeitsfähigkeit wird schon nach

3 bis 4 Wochen angegeben. Es bestehe eine völlige Beschwerdefreiheit nach Abschluss der Behandlung beim Lastentragen auf der verletzten Schulter. Es sei nur eine kurzfristige Berentung von 20 bis 30 % für durchschnittlich 3 bis 4 Monate, höchstens aber für 6 Monate anzusetzen. Die Minderung der Erwerbsfähigkeit beträgt in wenigen Fällen schon nach 5 Wochen weniger als 10 %. Der Krankenhausaufenthalt beträgt durchschnittlich 10 Tage.

KÜNTSCHER weist darauf hin, dass die Markhöhle der Clavicula zum Teil mit Spongiosa gefüllt ist. Dadurch wird das Einschlagen eines Rush-pins erschwert.

Die grössere Beliebtheit des Kirschner-Drahtes der gleichen Stärke ist wohl darin zu suchen, dass er sowohl zur offenen als auch zur geschlossenen Fixierung benutzt werden kann, da bei der Clavicula die geschlossene Marknagelung wegen der s-förmigen Krümmung des Knochens schwieriger ist als bei den geraden Röhrenknochen.

Bei Claviculafrakturen mit Dislokation ist die Markdrahtung mit dem Kirschner-Draht vorgenannter Stärke sicherlich technisch leichter und exakter durchzuführen, nicht zuletzt wegen der besseren Flexibilität des Drahtes. Es werden damit im wesentlichen bei einer sauberen Technik die gleichen Vorteile erzielt, wie sie von CRONE-MÜNZEBROCK bei der Rush-pinnung genannt werden. KIRSCHNER schlägt das Umbiegen der Drahtenden vor, um die Einwanderung des Drahtes nach medial zu verhindern.

Eigene Methode

Nach sorgfältiger Desinfektion der Haut und Lagerung des der

Fraktur zugekehrten Armes bzw. der Schulter auf einem unter den Oberkörper geschobenen Holzbrettes wird parallel zur Clavicula über der Frakturstelle ein 3 bis 4 cm langer Hautschnitt angelegt. Es erfolgt die Darstellung der Frakturfragmente unter Erhaltung des Periostes, das nur längs gespalten wird. Eventuell interponierte Weichteile werden herausgelöst, kleine Knochensplitter entfernt. Längere Knochensplitter fixieren wir nach Reposition mit circulären Chromcatnähten.

Unter Bildwandlerkontrolle wird von proximal her in die periphere Markhöhle ein etwa 2 mm dicker Kirschner-Draht eingebohrt, bis er aus der hinteren oberen Schulterpartie herausragt. Danach wird die Fraktur reponiert und der Kirschner-Draht nach Umsetzen der Bohrmaschine unter Bildwandlerkontrolle in die Markhöhle des proximalen Fragmentes hineingetrieben. Das noch aus der oberen hinteren Schulterpartie herausragende Drahtende wird unterhalb des Hautniveaus abgeknipst. Nach Anlegen der Periostnaht und schichtweisem Wundverschluss lassen wir noch eine Röntgenkontrollaufnahme anfertigen und legen zur Ruhigstellung für einige Tage einen Desaultverband mit zusätzlichen Stärkebinden an.

3. Begründung zum operativen Vorgehen

Trotz fortschreitender Verminderung des Operationsrisikos durch schonende Narkoseverfahren, einer ausgefeilten Technik und sorgfältiger Asepsis wird besonders im deutschen Schrifttum über die operative Behandlung der dislozierten Claviculafraktur viel diskutiert. Ein grosser Teil der Autoren stimmt darin überein, dass die nicht oder die nur geringgradig dislozierte Clavicula-

fraktur konservativ versorgt werden sollte, solange damit ein gutes funktionelles Ergebnis zu erwarten ist. Die vorgenannte Einschränkung wird von einigen Chirurgen besonders für den kindlichen Schlüsselbeinbruch gefordert. Nach unseren Erfahrungen sollte hier die Operation nicht grundsätzlich abgelehnt werden.

Die deutliche Überlegenheit der operativ behandelten Schlüsselbeinbrüche zeigt sich gegenüber konservativ behandelten, besonders bei der Begutachtung der dislozierten Claviculafraktur. Eine Erwerbsunfähigkeit ist bei komplikationslosem Verlauf lediglich für 4 bis 5 Wochen vorhanden.

KARITZKI sagt in seinem "Handbuch der gesamten Unfallheilkunde", dass im allgemeinen bei der Begutachtung einer Claviculafraktur 25 bis 30 % Rente für die erste Gewöhnung und erst nach einem halben bis dreiviertel Jahr volle Erwerbsfähigkeit anzunehmen ist. Er weist darauf hin, dass nach seinen Erfahrungen durch die operative Behandlung wohl die Behandlungsdauer, nicht aber die Zeit der M d E verkürzt wird.

Verschiedene Autoren sahen bei der Nachuntersuchung konservativ behandelter Patienten mehrfach Pseudarthrosebildungen durch ungenügende Ruhigstellung der Fraktur. Das ist bei sachgemässer primärer Osteosynthese vermeidbar.

Häufig wurde eine Schulterensenkung oder eine Schulterverkürzung und vor allem eine messbare, verschieden stark ausgeprägte Bewegungseinschränkung beobachtet. Einige Patienten mussten infolgedessen ihren Beruf oder bestimmte Sportarten aufgeben.

Bei Jugendlichen erreicht man mit konservativen Massnahmen oft

ein gutes funktionelles und anatomisches Ergebnis. Ganz besonders natürlich bei den subperiostalen Grünholzfrakturen und den Infraktionen. Aber auch bei starker Dislokation sind Pseudarthrosen in der Literatur selten beschrieben. Der bei der knöchernen Konsolidierung häufig entstehende zunächst hässliche Callusbuckel - Callus luxurians - erfährt infolge der Resorptionsleistung des Körpers meist einen Um- und Abbau. - Anders liegen die Verhältnisse beim Erwachsenen. Diese drängen häufig auf ambulante Behandlung, obwohl bei ihnen die knöcherne Verheilung verzögert ist. Bei flüchtiger Betrachtung nimmt man trotzdem gute Ergebnisse an und hält die Claviculafrakturen für harmlos. Exakte Nachuntersuchungen zeigen jedoch häufig Deformierungen der Schulter und auch funktionelle Behinderungen.

Jede stabile Osteosynthese hingegen lässt eine frühzeitige medico-mechanische Nachbehandlung zu, und jede Verkürzung der Ruhigstellung bedeutet im Alter Abnahme der Versteifungsgefahr.

GAERTNER und GERHARD nennen als strenge Operationsindikation: Druck auf den Nervenplexus oder auf die Gefäße, hochgradige Dislokation mit drohender Hautperforation und ausgesprochene kosmetische Verunstaltung bei multiplen Fragmenten und primäre Repositionsschwierigkeiten. Um gegen von Patienten nach der Operation erhobene Ansprüche gesichert zu sein, empfiehlt GAERTNER eine Nervenprüfung ante operationem. Er weist darauf hin, dass eine Nervenverletzung auch durch die starke Schulterprellung erfolgen kann und nicht eine Folge der Operation sein muss.

CRONE-MÜNZEBROCK schlägt vor, die operative Versorgung einer mit Dislokation einhergehenden Claviculafraktur nicht nur bei

Druck der Bruchstücke auf den Nervenplexus oder bei einem störenden Knochenvorsprung und anderen Komplikationen anzuwenden, sondern sie sollte nach Möglichkeit wegen der Schwierigkeit der Retention nach erfolgreicher Reposition bei jeder vollständigen Fraktur der Clavicula sowohl bei Jugendlichen als auch bei Erwachsenen durchgeführt werden.

Ein operativer Eingriff ist dann gerechtfertigt, wenn die gewonnenen Vorteile das Operationsrisiko rechtfertigen. Es muss sich um einfache, schnell und sicher durchführbare Methoden handeln. Der kosmetische Erfolg darf nicht durch Infektionen und danach entstehende hässliche Narben und die gewünschte verkürzte Behandlungszeit mit vollständiger Wiederherstellung nicht durch Osteomyelitis bis zur Defektpseudarthrose belastet sein, wie LICHNER in einem Referat sagt. Wenn sich der behandelnde Arzt für die operative Wiederherstellung einer Claviculafraktur entschieden hat, gilt auch hier der allgemeine Grundsatz der Knochenchirurgie, die Operation möglichst bald durchzuführen. Als Gründe werden die bald beginnende Bindegewebssprossung und die Gefahr der sekundären Schädigung von Nerven und Gefäßen genannt. Der günstigste Zeitpunkt für eine operative Knochenbruchbehandlung liegt innerhalb der ersten Tage nach dem Unfalleintritt. Die Operation ist technisch sehr einfach und ohne Aufwand durchzuführen. Es besteht nur ein geringes Operationsrisiko für den Patienten. Nach abgeklungener Wundheilung wird bei liegendem Kirschner-Markdraht eine praktisch stabile belastungsfähige Osteosynthese erreicht. Acht bis zehn Tage nach der Operation ist die Beweglichkeit im Schultergürtel völlig schmerzlos. Es kann

mit der Mobilisierung frühzeitig begonnen werden, so dass auch bei älteren Patienten keine Versteifung des Schultergelenkes entsteht. Der Krankenhausaufenthalt und die Zeit der Erwerbsminderung wird wesentlich verkürzt. Kein Fall der operativ mit Kirschner-Draht behandelten Claviculafrakturen bezieht eine Dauerrente aus einem BG-Verfahren.

Als Operationsindikation stellen wir 1. eine Dislokation der Fragmente, die die Gefahr der Gefäß- und der Nervenschädigung entweder direkt oder durch die zu erwartende verstärkte Callusbildung hat. 2. Ein primäres Repositionshindernis durch Weichteilinterposition - auch bei Kindern und 3. die mögliche Gefahr einer Pseudarthrosebildung bei konservativer Behandlung.

4. Zusammenstellung der in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Siegburg behandelten Patienten

1. G.P., 31 J., Verkehrsunfall am 2. 7. 1967, Motorradsturz.
Rö.: Re. Clavicula - Fraktur knapp distal der Schaftmitte mit Dislokation nach caudal um Schaftbreite und Aussprengung mehrerer Knochenfragmente.
Ø zusätzlichen Verletzungen.
6. 7. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes und Anlegen zweier Drahtcerclagen in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 2. 7. 67 bis 18. 7. 67.
- 10.8. 67 Drahtentfernung und Cerclagenentfernung im auswärtigen Krankenhaus.
- 10.7. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, freie Beweglichkeit des Schultergelenkes. Rö.: Knöchern feste Verheilung, achsengerechte Stellung der Fraktur. Gutes Ergebnis.
2. P.D., 10 J., am 4. 8. 1967 beim Spielen auf die li. Schulter gestürzt.

Rö.: Li. Clavicula - Fraktur am Übergang des mittleren zum lateralen Drittel, Dislokation des distalen Fragmentes um Schaftbreite nach caudal.

Ø zusätzlichen Verletzungen.

6. 8. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 4. 8. bis 22. 8. 67.

30.10.67 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.

10.7. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, freie Beweglichkeit des Schultergelenkes. Rö.: Fraktur in idealer Stellung knöchern fest verheilt. Sehr gutes Ergebnis.

3. H.S., 35 J., Verkehrsunfall am 14. 8. 1967, als Radfahrer auf dem Weg zur Arbeit gestürzt.

Rö.: Li. Clavicula - Fraktur am Übergang des mittleren zum lateralen Drittel, Dislokation des distalen Fragmentes um Schaftbreite nach cranial.

Ø zusätzlichen Verletzungen.

16. 8. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 14. 8. bis 28. 8. 67.

27. 8. 67 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.

11.10. bis 18. 10. 67 stationär wegen entzündlicher Veränderungen im Bereich der Op-Wunde und der Nagelextraktionsstelle. Völlige Abheilung. Taubheitsgefühl im Unterarm und in der Hand. Rö.: Überschiessende Callusbildung, leichte Dislokation des distalen Fragmentes nach cranial.

3. 1. bis 20. 1. 68 stationär - Druckschmerz im Frakturbereich, Osteomyelitis? Rö.: Schichtaufnahmen - keine Osteomyelitis, überschiessende Callusbildung.

31.1. 68 Restkribbeln in den Fingerspitzen der linken Hand, leichter Druckschmerz über der Frakturstelle und tastbarer Callusbuckel, freie Beweglichkeit im Schultergelenk.

Zur Nachuntersuchung nicht erschienen.

4. I.G., 10 J., Verkehrsunfall am 21. 8. 1967, vom PKW angefahren worden.
 Rö.: Li. Clavicula - Fraktur am Übergang des mittleren zum lateralen Fragment mit Dislokation des distalen Fragmentes um Schaftbreite nach cranial.
 Zusätzliche Verletzungen: Vorderer Beckenringbruch re.,
 Commotio cerebri.
8. 9. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 22. 8. bis 26. 9. 67.
- 25.10.67 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.
- 10.7. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, freie Beweglichkeit des Schultergelenkes. Rö.: Fraktur in idealer Stellung knöchern fest verheilt. Sehr gutes Ergebnis.
5. R.R., 11 J., Verkehrsunfall am 5. 9. 1967, mit dem Fahrrad gestürzt.
 Rö.: Li. Clavicula - Fraktur in Schaftmitte mit Caudalverschiebung des lateralen Fragmentes um Schaftbreite.
 Ø zusätzlichen Verletzungen.
7. 9. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 5. 9. bis 20. 9. 67.
- 9.10. 67 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.
- 27.6. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, freie Beweglichkeit des Schultergelenkes. Rö.: Fraktur in idealer Stellung knöchern fest verheilt. Sehr gutes Ergebnis.
6. J.O., 15 J., Verkehrsunfall am 30. 9. 1967, als Radfahrer angeblich gestürzt.
 Rö.: Re. Clavicula - Schrägfraktur distal der Schaftmitte mit Dislokation des distalen Fragmentes um Schaftbreite nach caudal und Aussprengung eines kleinen dreieckigen Fragmentes.
 Zusätzliche Verletzung: Commotio cerebri.
9. 10. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 30. 9. bis 2. 11. 67.
- 31.10. 67 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.

8. 7. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, freie Beweglichkeit im Schultergelenk. Rö.: Geringe überschüssende Callusbildung im Frakturbereich, knöchern fest verheilt. Gutes Ergebnis.
7. H. St., 26 J., Betriebsunfall am 7. 10. 1967, beim Apfelpflücken vom Baum gefallen.
Rö.: Re. Clavicula - Fraktur am Übergang des mittleren zum distalen Drittel mit starker Verschiebung und Abwinklung des distalen Fragmentes nach caudal.
Zusätzliche Verletzung: Radiusfraktur re.
12. 10. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 10. 10. bis 19. 10. 67.
26. 10. 67 Drahtentfernung - vorzeitig, es findet sich eine lokale Entzündung über dem nach lateral herausgewanderten Drahtendes. Heftpflasterverband. Rö.:
31. 10. 67 Beginnende Callusentwicklung, Kaudalverschiebung des distalen Fragmentes um halbe Schaftbreite und geringe Abwinklung nach caudal.
8. 7. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, Callusbuckel tastbar, freie Beweglichkeit des Schultergelenkes. Rö.: Knöcherne Verheilung der Fraktur, überschüssende Callusbildung, unveränderte Stellung. Befriedigendes Ergebnis.
8. H.J.R., 21 J., Verkehrsunfall am 14. 11. 67, Motorradsturz auf einer Dienstfahrt.
Rö.: Re. Clavicula - Schrägfraktur distal der Schaftmitte mit Dislokation des distalen Fragmentes um Schaftbreite nach caudal.
Zusätzliche Verletzungen: Commotio cerebri, starke Thoraxprellung.
17. 11. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 14. 11. bis 27. 11. 67.
- Weitere Behandlung im auswärtigen Krankenhaus.

9. W.L., 50 J., Verkehrsunfall am 10. 11. 1967, auf dem Weg von der Arbeit als PKW-Fahrer gegen einen Laternenpfahl gefahren. Rö.: Li. Clavicula - Schrägfraktur etwa in Schaftmitte mit Dislokation des distalen Fragmentes nach cranial. Verkürzung um 3 cm.

Zusätzliche Verletzung: Schädelprellung, Platzwunden.

13. 11. 67 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 11. 11. 67 bis 21. 11. 67.

5. 12. 67 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.

8. 7. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, freie Beweglichkeit im Schultergelenk. Callusbuckel deutlich tastbar. Rö.: Überschiessende Callusbildung, feste knöcherne Verheilung, Abwinklung des distalen Fragmentes jetzt um 20° nach caudal. Ausreichendes Ergebnis.

10. H.K., 20 J., Verkehrsunfall am 27. 12. 1967, als Beifahrerin bei einem PKW-Zusammenstoß verunfallt.

Rö.: Re. Clavicula - Schrägfraktur am Übergang des mittleren zum lateralen Schaftdrittel mit Dislokation des distalen Fragmentes nach caudal und Aussprengung eines länglichen Knochensplitters.

Zusätzliche Verletzung: Leichte Commotio cerebri.

4. 1. 68 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes und Fixierung des Knochensplitters mit 2 Chromcatnähten in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 27. 12. 67 bis 26. 1. 68. Rö. 23.1.68: Wiederum Abwinklung des distalen Fragmentes nach caudal, gute Callusbildung. Der Kirschnermarkdraht reicht nur 2 cm in das mediale Schaftdrittel hinein. Heftpflasterverband.

9. 2. 68 Drahtentfernung in Lokalanästhesie. Rö.: Keine Stellungenänderung gegenüber dem 23. 1. 68. Gute knöcherne Durchbauung.

- 11.7. 68 Nachuntersuchung: Narbe reizlos, Stufenbildung im Frakturbereich tastbar, Bewegungen im Schultergelenk

weitestgehend frei, leichtes Kribbeln im Bereich der Schulter.
Rö.: Die Fraktur ist unter Abwicklung des distalen Fragmentes nach caudal fest verheilt. Ausreichendes Ergebnis.

11. A.C., 25 J., Verkehrsunfall am 29. 12. 67, als PKW-Fahrerin Frontalzusammenstoß verursacht.
Rö.: Re. Clavicula - Schrägfraktur in Schaftmitte mit Dislokation des distalen Fragmentes nach caudal.
Zusätzliche Verletzungen: Kompressionsfraktur des 9. und 10. BWK und Commotio cerebri.
9. 1. 68 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 29. 12. 67 bis 16. 3. 68.
12.2. 68 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.
Rö. 4.3.68: Gute Stellung der Frakturfragmente, gute knöcherne Durchbauung.
Zur Nachuntersuchung nicht erschienen.
12. V.B., 10 J., am 19. 4. 68 beim Laufen gestolpert und auf die re. Schulter gestürzt.
Rö.: Re. Clavicula - Fraktur distal der Schaftmitte mit Einstauchung und Caudalverschiebung um reichlich Schaftbreite.
Ø zusätzliche Verletzung.
23. 4. 68 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 22. 4. bis 9. 5. 68.
27. 5. 68 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.
Rö.: Bei guter Stellung der Frakturfragmente ist der Frakturspalt noch nicht ausreichend knöchern durchbaut.
21. 6. 68 Vorläufige Nachuntersuchung: Narbe reizlos, freie Beweglichkeit des Schultergelenkes. Rö.: Achsen-gerechte Stellung der Frakturfragmente, gute knöcherne Durchbauung der Fraktur. Sehr gutes Ergebnis.

Zusammenfassung der Daten bei Claviculafrakturen

Fall	Name	Alter	Unfall- datum	Unfall- Art	Verletzg.d. Clavicula	Ki-Mark- drahtung	Drahtent- fernung	Nachunter- suchung	Ergebnis
1	G.P.	31 J.	2. 7.67	Verkehr	re.	6. 7.67	10. 8.67	10. 7.68	gut
2	P.D.	10 J.	4. 8.67	Spiel	re.	6. 8.67	30.10.67	10. 7.68	sehr gut
3	H.S.	35 J.	12. 8.67	Verkehr	li.	16. 8.67	27. 9.67	nicht er- schienen	
4	J.G.	10 J.	21. 8.67	Verkehr	re.	8. 9.67	25.10.67	10. 7.68	sehr gut
5	R.R.	11 J.	5. 9.67	Verkehr	li.	7. 9.67	9.10.67	27. 6.68	sehr gut
6	J.O.	15 J.	30. 9.67	Verkehr	re.	9.10.67	31.10.67	8. 7.68	gut
7	H.St.	26 J.	7.10.67	Betrieb	re.	12.10.67	26.10.67	8. 7.68	befriedig.
8	H.J.R.	21 J.	14.11.67	Verkehr	re.	17.11.67	weitere Behandlung im auswärti- gen Krankenhaus		
9	W.L.	50 J.	10.11.67	Verkehr	li.	13.11.67	5.12.67	8. 7.68	ausreichd.
10	H.K.	20 J.	27.12.67	Verkehr	re.	4. 1.68	9. 2.68	11. 7.68	ausreichd.
11	A.C.	25 J.	29.12.67	Verkehr	re.	9. 1.68	12. 2.68	nicht er- schienen	
12	V.Br.	10 J.	22. 4.68	Spiel	re.	23. 4.68	27. 5.68	21. 6.68	sehr gut

5. Komplikationen

Bei einer ungenügenden Technik oder bei sehr unruhigen Patienten kann es bei schlechtem Sitz des Drahtes im medialen oder lateralen Fragment im Laufe der postoperativen Behandlung zum Hervortreten des lateralen oder medialen Drahtendes durch die Haut kommen. Das führt meist zu einer lokalen Entzündung, wobei der Draht wegen der Gefahr der Osteomyelitis vorzeitig entfernt werden muss. Eine nach der Drahtung auftretende Osteomyelitis klingt nach der Entfernung des Drahtes bei frühzeitigem Erkennen schnell ab und heilt völlig aus. KÜNTSCHER weist darauf hin, dass die Clavicula stark bewegt wird und infolge der Spongiosafüllung eine starke Kraftkomponente zur Verschiebung und zum Herauswandern des Drahtes auftreten kann. Er hatte deshalb das Umbiegen der aus der Corticalis herausragenden Drahtenden vorgeschlagen.

Bei einer nicht exakten Reposition der Fragmente, besonders bei Trümmerbrüchen und nicht erfolgter oder nicht möglicher Periostnaht, wurde die Bildung von Callus luxurians beobachtet.

Die überschüssige Callusbildung wird nach KNÖFLER gleichermassen bei der konservativen und operativen Behandlung in etwa 2 % der Fälle beobachtet. Sie kann postoperativ zu neurovaskulären Zirkulationsstörungen führen. Diese sind jedoch als sehr seltene Komplikation in der Literatur angeführt und wurden von uns nicht beobachtet. Die Ursache soll dabei eine Kompression der Arteria oder der Vena subclavia, des Plexus brachialis oder der A. carotis interna sein, hervorgerufen durch Einengung des Raumes zwischen Clavicula und 1. Rippe.

HOWARD und SHAPER beschrieben 1965 zwei Hauptgruppen von neuro-vasculären Kompressionen.

- a. Obstruktion der A. carotis am medialen Claviculaende mit synkopalen Symptomen.
- b. Kompression der Subclaviagefäße oder des Plexus brachialis zwischen Clavicula und 1. Rippe. Es können dabei Thrombosen, Aneurysmen und arteriovenöse Fisteln auftreten. Als Therapie geben sie der Resektion der 1. Rippe vor der Cleidotomie den Vorzug.

PENN berichtet 1964 von einer Läsion des Ductus thoracicus. Weiter sah er die Bildung eines falschen Aneurysma der A. subclavia, das bei einer geschlossenen Claviculafraktur mit nachfolgender Osteomyelitis auftrat.

In der Literatur ist ein Fall einer Spätkomplikation mit Verletzung des Aortenbogens durch ein nach medial gewandertes Drahtende mit letalem Ausgang bekannt. Der Pneumothorax stellt eine weitere mögliche Komplikation dar. Bei unvorsichtiger Drahttechnik ist unter Anwendung eines zu hohen Bohrdruckes das Durchtreten des Drahtes durch die dorsale Corticalis zu befürchten, da hierbei eine Verletzung der Pleurakuppe erfolgen kann. Postoperative funktionelle Beschwerden im Schultergelenk und auch die Gefahr der Pseudarthrosebildung sind bei operativem Vorgehen sehr selten. Zur Diskussion steht noch das kosmetische Problem der Operationsnarbe. Eine kleine, etwa 2 - 4 cm lange, reizlose Narbe ist sicher einer Stufenbildung im Frakturbereich oder einer Verkürzung und damit verbundenen Asymmetrie der Schulter vorzuziehen.

Bei richtiger Technik und exakter Stellung der Fraktur ist eine Pseudarthrosebildung zu vermeiden. Eine Sudecksche Knochenatrophie wurde nicht beobachtet. In der Literatur wird von einigen Autoren eine verbandlose Nachbehandlung angegeben. KNÖFLER sah dabei nach einer Woche eine Drahtwanderung mit spontaner Hautperforation des Drahtes und ein Abrutschen der Fraktur.

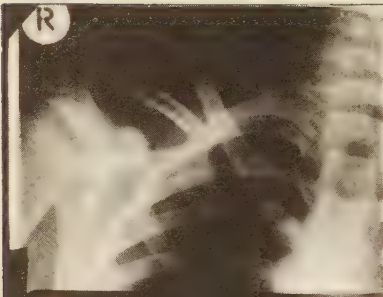


a. ap-Aufnahme nach dem Unfall.

b. Zustand nach Markdrahtung.

c. Zustand nach knöcherner
Konsolidierung und Entfernung
des Markdrahtes.

Verlaufskontrolle nach linksseitiger Claviculafraktur in
Schaftmitte.



a. ap-Aufnahme nach dem Unfall.



b. Zustand nach Markdrahtung.



c. Zustand nach knöcherner Konsolidierung und Entfernung des Markdrahtes.

Verlaufskontrolle nach rechtsseitiger Claviculafraktur
in Schaftmitte.



a. ap-Aufnahme nach dem Unfall.

b. Zustand nach unzureichender Fixierung des Frag-
mentes durch Kirschnermark-
drahtung in abgeknickter
Stellung.

c. Knöcherne Verheilung in
Fehlstellung, Zustand nach
Entfernung des Markdrahtes.

Verlaufskontrolle nach rechtsseitiger Claviculafraktur
in Schaftmitte (Splitterfraktur).

IV. Supracondyläre Humerusfrakturen - mit besonderer Berücksichtigung der kindlichen Fraktur

1. Der am häufigsten betroffene Personenkreis, der Entstehungsmechanismus, die Frakturtypen und die Einteilung der Frakturen nach dem Schweregrad der Dislokation

Die supracondyläre Humerusfraktur gilt nach SCHUMANN und NEUBERG (1955) als die praktisch wichtigste Fraktur des Kindesalters. Sie betrifft das Kind nach SCHLOSSER etwa zehnmal häufiger als den Erwachsenen. ELIASON und MacLAUGHLIN ordnen sie in der Häufigkeit gleich hinter die Schlüsselbein-, die Radius- und die Ulnafrakturen ein. HILGENREINER, KÄLIN und BÜTTNER sahen das erste Dezennium am meisten betroffen und hier wiederum vorwiegend das männliche Geschlecht (HILGENREINER, COENEN, LUBINUS).

Die supracondyläre Humerusfraktur stellt nicht nur die häufigste Frakturform im Bereich des distalen Humerusendes dar, sondern sie verdient auch deshalb eine besondere Bedeutung, weil sie gleichzeitig die häufigste Ursache für bleibende Bewegungseinschränkungen im Ellbogengelenk ist, die im Kindesalter erworben werden. GÜNTZ weist mit Nachdruck darauf hin, dass diese Brüche bei Jugendlichen die Ursache späterer Körperbehinderung sein können.

Am häufigsten werden bei Kindern und Jugendlichen Überstreckungsbrüche (Hyperextensionsfrakturen) mit typischer Dislokation beobachtet. Beugungsbrüche (Flexionsfrakturen) wurden bei Kindern seltener gesehen, sie betreffen vorwiegend Erwachsene (BÖHLER, DEUTICKE, BAUMANN). Letztere treten meist als Trümmerbrüche auf

und entstehen durch direkten Fall oder Gewalteinwirkung auf das Ellbogengelenk selbst.

Der Entstehungsmechanismus ist sehr klar, und die Einteilung in Extensions- und Flexionsfrakturen ist klinisch wohl die gebräuchlichste, wenn es sich auch nicht immer um einen reinen Extensionsbruch oder Flexionsbruch handelt, sondern gleichzeitig eine Dislokation in anderen Ebenen vorliegt.

Die Extensionsfraktur entsteht durch eine Überstreckung des Ellbogengelenkes, wie sie zum Beispiel beim Fall auf den gestreckten Arm zustande kommt. Die Bruchlinie verläuft dabei von vorne unten nach hinten oben. Das distale Fragment wird durch den Muskelzug des Triceps nach hinten oben disloziert, wodurch je nach dem Grad der Dislokation eine entsprechende Verkürzung des Oberarmes hervorgerufen wird.

Bei der Flexionsfraktur wirkt die Gewalt auf den gebeugten Arm im Sinne einer Überbeugung ein. Hierbei gerät das distale Fragment durch den Zug des Biceps nach vorne, und der Unterarm erscheint etwas verlängert. Die Frakturlinie verläuft von vorne oben nach hinten unten. Durch den Zug der Beuger und Pronatoren am kurzen distalen Fragment kommt es zu einer Bagestellung des Armes.

Die häufigsten Dislokationen sind die nach der Seite, kombiniert mit einer Antekurvatur oder Rekurvatur. Die Dislokation nach der Seite kommt oft in Verbindung mit einer Abkantung im Sinne einer Varus- oder Valgusstellung vor. Die Dislokation nach der Peripherie, die fast ausschliesslich als Innenrotation des distalen Fragmentes vorliegt, zeigt sich im seitlichen Röntgenbild

in einer Breitendifferenz der beiden Bruchflächen und einer ellenbeugenwärts vorspringenden Knochenzacke des proximalen Fragmentes (KATZMANN).

SCHERER ordnet als supracondyläre Humerusfrakturen alle Brüche ein, die oberhalb der Humeruscondylen liegen. Er sah sie in reiner Form nur im Kindesalter. Jenseits der Pubertät werden sie mit zunehmender Widerstandsfähigkeit des Knochens immer seltener und an ihre Stelle tritt die diacondyläre Fraktur in Form der Y- und T-Brüche oder die Luxatio cubiti.

Im frühen Kindesalter ist die Kapsel des Ellenbogengelenkes ausserordentlich derb und kräftig; daher ist es möglich, dass sich die auf das Ellenbogengelenk einwirkende Gewalt, ohne dort einen Schaden zu verursachen, direkt auf den distalen Anteil des Humerus fortpflanzt, der dann an seiner schwächsten Stelle - jenseits des Kapselansatzes - bricht.

Das klinische Bild ist beherrscht von einer sehr erheblichen Schwellung und Hämatombildung am Ellenbogen. Nach der Erstuntersuchung soll immer die Durchblutung der Hand und die Prüfung der Innervation festliegen (! bei Haftpflichtprozessen). Gerade bei stark dislozierten supracondylären Humerusfrakturen, besonders bei der Extensionsfraktur, tritt das proximale Fragment mit seiner scharfrandigen Bruchfläche nach ventral. Die Cubitalgefäße und der N. medianus können leicht verletzt werden. Auch der N. ulnaris, der sich um den Epicondylus und Condylus medialis herumschlingt, kann geschädigt werden.

Das meist ausgedehnte Frakturhämatom führt leicht zu einer

Störung der Blutversorgung und auch zu Nervenausfällen am Unterarm. Bei Trümmerbrüchen und Flexionsfrakturen am Ellenbogen, die, wie schon erwähnt, meist bei Erwachsenen auftreten, ist das klinische Bild ähnlich. Neurologische Störungen und Durchblutungsstörungen infolge Gefässverletzungen sind dabei seltener.

Bei der Frage nach dem Schweregrad einer supracondylären Humerusfraktur kann seine Einschätzung nur relativ sein. Komplikationen, wie Gefässdrosselung, Gefässzerreissung, Nervenausfälle, Grösse des Frakturhämatoms und Wunden, bestimmen den Schweregrad

c. Frakturen, bei denen kein Knochenkontakt mehr besteht und solche, bei denen eine Verdrehung mit oder ohne Seitenverschiebung vorliegt, sollte man als schwer disloziert bezeichnen. FELSENREICH, LUBINUS und HOLMBERG haben hierzu folgende Einteilung getroffen.

Einteilung nach FELSENREICH:

- Gruppe I Supracondyläre Infraktionen ohne Rotations- und Varusknickung und solche mit leichter Flexions- und Extensionsknickung.
- Gruppe II Brüche, die nicht knochenbreit seitlich verschoben sind, aber eine Achsen- und Rotationsverschiebung aufweisen.
- Gruppe III Über knochenbreit verschobene Brüche.

Einteilung nach LUBINUS:

- Gruppe I Brüche ohne Verschiebung
- Gruppe II Brüche, die nur geknickt sind.
- Gruppe III Brüche mit Seitenverschiebung und Verdrehung.

Einteilung nach HOLMBERG:

Gruppe I Brüche ohne Verschiebung

Gruppe II Brüche mit Seitenverschiebung, aber Knochenkontakt
und ohne Verdrehung.

Gruppe III Brüche mit Verdrehung, mit oder ohne Seitenverschiebung.

Gruppe IV Brüche mit Verschiebung um volle Breite.

In der Literatur wird die Einteilung von FELSENREICH am meisten angewendet.

SCHERER sah bei 66 supracondylären Humerusfrakturen 51 Extensions- und 15 Flexionsfrakturen. 11 Frakturen waren keine reinen supracondylären Humerusfrakturen, sondern kombinierte Frakturen - Y- und T-Brüche. Bei 49 Frakturen war der linke Arm, bei 17 der rechte Arm betroffen. BAUMANN führt das Überwiegen der linksseitigen supracondylären Humerusfraktur darauf zurück, dass der linke Arm mehr zur Abwehr und zum Stützen (z.B. beim Fallen) benutzt wird als der rechte. Andere Autoren, wie LUBINUS, SCHLÄPFER, LOKE u.a., fanden ähnliche Ergebnisse. Unter den 66 von SCHERER behandelten Patienten waren nur 6 Erwachsene, und bei diesen handelte es sich um Zertrümmerungsbrüche. Nur 7 Frakturen waren kompliziert. Gefäßverletzungen lagen in keinem Falle vor. Eine Medianusparese infolge temporären Hämatomdruckes trat zweimal auf, sie bildete sich nach den ersten Tagen der Behandlung zurück.

BÜTTNER und VORWERK fanden unter 168 supracondylären Humerusfrakturen 127 vom Extensionstyp und nur 21 vom Flexionstyp, neben 20 Fissuren.

Die supracondyläre Humerusfraktur ist nicht nur wegen der

gefürchteten ischämischen Kontraktur, die als Komplikation auftreten kann, ein besonderes Problem, sondern wegen der klinischen Beherrschung der primären Versorgung. Eine ungenügende Wiederherstellung der anatomischen Verhältnisse, besonders nach einem stark dislozierten Bruch, würde zwangsläufig eine geminderte Gelenksfunktion zur Folge haben. Man sollte sich nicht darauf verlassen, dass der kindliche Knochen noch umbaufähig und somit eine gestörte Gelenkfunktion noch reparabel sei (KATZMANN).

2. Therapie

- a. Konservative Verfahren - die manuelle Reposition mit Ruhigstellung im Gipsverband und eine Auswahl der in der Literatur genannten Extensionsbehandlungen, ihre Anwendung und Diskussion

Die Behandlung der supracondylären Humerusfraktur im Kindesalter ist zweifellos ungleich schwieriger und verantwortungsvoller als beim Erwachsenen, da die Verletzung einen noch wachsenden Knochen trifft.

Nach den Erfahrungen von WITT (1955) zählt die kindliche supracondyläre Humerusfraktur zu den Frakturen mit den schlechtesten Behandlungserfolgen.

Die Diagnose ist zwar oft schon auf Grund des klinischen Bildes zu stellen; Genaueres und für die Behandlung das Entscheidende kann jedoch bei den Frakturen am distalen Humerusende nur durch eine in 2 Ebenen anzufertigende Röntgenaufnahme festgestellt werden. Aber auch das Röntgenbild kann hinsichtlich der Erkennung der Dislokationen Schwierigkeiten bereiten, da sich

bis zum 10. Lebensjahr etwa die grösstenteils knorpelige Humerusepiphyse nicht darstellt und so im Röntgenbild ein breiter Gelenkspalt erscheint. Hier muss man sich dann nach dem radialen Epiphysenabschnitt richten, wo zuerst am Capitulum humeri ein Knochenkern sichtbar wird.

L. BÖHLER hat die supracondyläre Humerusfraktur früher bei gebeutem Ellenbogen und bei Pronation des Vorderarmes eingerichtet. 1961 schreibt er, dass er seit 1946 bei gestrecktem Ellenbogen und supinierten Vorderarm einrichtet. Eine ununterbrochene Ruhigstellung solle immer bei rechtwinklig - nie bei spitzwinklig gebeugtem Ellenbogen erfolgen und bei mittlerer Drehstellung des Vorderarmes.

Vor Einführung der KLAPPSchen Drahtextension zur Behandlung der supracondylären Humerusfraktur durch E. BAUMANN hat sich keine Methode finden lassen, die eine anatomisch exakte Reposition und Fixierung der Fragmente in guter Stellung ermöglichte und die in gleichem Masse bei den verschiedenen Frakturtypen anwendbar war (P. SCHERER, 1949).

Die grosse Zahl der in der Literatur aufgeführten Methoden, Modifikationen und Repositionen zeigt am besten, welche Schwierigkeiten der Behandlung die sogenannte "rebellische Fraktur" verursacht. Sie wurden erst beseitigt durch die von E. BAUMANN angegebene "vertikale Suspension" des Armes, womit auch gleichzeitig das Problem der Lagerung in idealer Weise gelöst wurde. Dabei wird die Ulna als Angriffspunkt für den Draht gewählt, nicht das Olecranon, sondern eine Stelle etwa 2 - 3 Querfinger distal von der Olecranonspitze entfernt mit Rücksicht auf das

Ellenbogengelenk und den N. ulnaris (genaue Technik s. F. SCHERER: Die supracondyläre Humerusfraktur und ihre Behandlung an der Marburger Klinik, 1949).

SCHERER sieht als Vorteile der Extensionsbehandlung im Gegensatz zum Gipsverband die früh-aktive Bewegung der Finger und der Hand und die Vermeidung der sehr gefürchteten Komplikation der Ischämie. Auch für die Resorption des meist grossen Frakturhämatoms biete diese Art der Behandlung Vorteile und eventuell auftretende Schwierigkeiten der nervösen Versorgung des Armes oder schon bestehende könne man leichter überwachen.

L. BÖHLER empfiehlt in seinem Lehrbuch die Reposition mittels eines Schraubenzugapparates mit anschliessendem Anlegen eines Gipsverbandes in rechtwinkliger Stellung des Ellenbogengelenkes. Nötigenfalls wendet er einen Doppeldrahtgips an.

KLAPP und RÜCKERT sprechen für die primäre Anwendung des Extensionsdrahtes mit Galgenaufhängung auch bei Kindern. BRADO und PEBEMONTE halten die Drahtzugmethode für die Beste.

MATTI verwendet nur einen Viererzugverband, wenn der einfache Gips zur Reposition und Fixation des Ergebnisses nicht ausreicht. Er warnt gleichzeitig vor einer allzu schematischen Behandlung dieser Bruchform.

WIEDHOFF setzt sich gegenüber FELSENREICH für die Drahtextension ein; DEUTICKE hält sie besonders bei Erwachsenen für vorteilhaft.

Die meisten Autoren fixieren den Arm nach erfolgter Reposition in rechtwinkliger Stellung des Ellenbogengelenkes entweder durch

Gips oder Suspension.

VILMAR (1954) reponiert Frakturen des Extensionstyps bei Kindern ohne Schwierigkeiten durch einfache Hyperflexion im Ellenbogengelenk und Fixation in dieser Stellung.

Die genannten Autoren betonen übereinstimmend, dass der Vorderarm bei der Reposition proniert ist, da bei der Supination durch den Zug des Pronator teres die Reposition in Frage gestellt, wenn nicht unmöglich ist. SEBESTIK berichtet 1954, dass im Kreis-Kinderspital in Brünn unter JANEK die Reposition und die Fixation der supracondylären Humerusfraktur vom Extensionstyp in scharfwinkliger Biegung des Ellenbogengelenkes mit Erfolg durchgeführt wird. Sie fixieren auch in nicht physiologischer Lage und legen einen Gipsverband in der Stellung an, die die beste Reposition und tadellose Fixation verbürgt.

Bei der Reposition geläufiger supracondylärer Extensionsbrüche gleichen sie zuerst durch Zug in der langen Humerusachse eine Dislokation ad longitudinem und ad latus aus, erst dann wird der Vorderarm bei gleichzeitiger Pronation in maximaler Flexion übertragen und dadurch der Ausgleich ad axim erzielt. In dieser Lage wird der fixierende Gipsverband in Form einer oder zweier Gipslonguetten angelegt. Wegen der starken Flexion des Vorderarmes muss genau das Pulsieren der A. radialis und die Rückkehr des Kapillarblutes durch Druck auf den Fingernagel kontrolliert werden. Durch die übertriebene Flexion wird ja der bereits bestehende Druck des subfascialen Hämatoms auf die Gefässe und Nerven erhöht. Die Gefahr der Entstehung einer ischämischen Volkmannschen Kontraktur wird grösser. Nach Resorption

des Hämatoms kann meist eine stärkere Flexion durchgeführt werden, die eine tadellose Reposition und Fixation gewährleistet.

SEBESTIK behauptet zusammen mit SCHÜRCH, WILLENEGGER, WATSON JONES u.a., dass eine zu grosse Aktivität in der Nähe des Ellenbogengelenkes nicht erwünscht sei. Er führt keine grösseren operativen Eingriffe durch und wendet nur bei schlechten Bedingungen für das Anlegen von Gips (Exkorationen und Blasen, Hämatome und Zirkulationsstörungen) die Extension mit dem im Olecranon eingeführten Kirschner-Draht an. Die verschiedenen von MATTI, DUNLOP, KLAPP, RÜCKERT u.a. empfohlenen Extensionen lehnt er ab; auch den direkten Zug des Knochens mittels einer in das Olecranon ulnae eingebohrten Schraube, wie CUBBINS, CALLAHAM und SCUDERI sie beschreiben. Heisse Bäder und Massagen und passive Zwangsübungen sollen auf gar keinen Fall durchgeführt werden.

Unter den konservativen Verfahren steht die manuelle Reposition mit Fixation im Gipsverband an erster Stelle (SCHUMANN und NEUBERG, 1955). Richtlinien für die konservative Behandlung wurden in neuerer Zeit besonders von BÖHLER, EHALT, FELSENREICH, GÜNTZ, KLAGES, PHILIPPIDES, BÜTTNER, VORWERK, SPEAR, JANES, AVELLAN, WEYGAND, WIEDKOPF u.a. aufgestellt.

Unter dem Einfluss BÖHLERS wird dem Wegmassieren des Bruchhämatoms grosse Bedeutung zugemessen (FELSENREICH). Die Einrichtung soll unter Zug am pronierten, senkrecht zur Körperachse stehenden Vorderarm, Vertikalstellung und Abduktion des Oberarmes und rechtwinklig gebeugtem Unterarm erfolgen. Die Reposition kann auch durch maschinell dosierte Züge in verschiedenen Ebenen (PHILIPPIDES) oder im Schraubenzugapparat (BÖHLER) vorgenommen

werden. Die Retention der Bruchstücke erfolgt unter Beibehaltung der erzielten Stellung durch den Gipsverband. BÖHLER und seine Schüler lagerten nach Anmodellieren einer bis zur Schulter reichenden dorsalen und bis zur Achselhöhle reichenden volaren Gipsschiene den Arm auf eine Abduktionsschiene.

PHILIPPIDES hält den Thoraxgips für die zweckmässigste Fixation.

Es ist naheliegend, zur Reposition und Retention die Drahtextension zu Hilfe zu nehmen (SCHUMANN und NEUBERG). Der Vorteil liegt in der jederzeit möglichen Überprüfung der Zirkulation und der raschen Verteilung des Hämatoms durch den Wegfall eines zirkulären Druckes.

WIEDKOPF zählt die Drahtextension zu den konservativen Verfahren; er sah dabei an einem grossen Krankengut gute Erfolge. FELSENREICH und WEYGAND empfehlen sie ebenfalls, letzterer jedoch nur mit Einschränkungen.

Die Dauer der Ruhigstellung beträgt bei Kindern etwa 4 Wochen, eine zuverlässige Konsolidierung soll abgewartet werden.

In der Nachbehandlung ist die Fingerbeweglichkeit aktiv sorgfältig zu üben. Die besten funktionellen Ergebnisse werden nach allgemeiner Ansicht durch spontane Bewegungen unter Aufsicht erzielt (KLAGES). Vom Beginn der Behandlung soll eine Übungsbehandlung der nicht beteiligten Gelenke durchgeführt werden. Massagen, passive Bewegungsübungen und übertriebene Wärmeanwendung sind schädlich (Myositis ossificans!).

SCHUMANN und NEUBERG haben nach zweimaliger nicht gelungener

manueller Reposition in 8 Fällen mit einer Drahtextension (Olecranondraht) eine gute anatomische Stellung erzielt. Sie teilen bei Kindern aber die Bedenken von FELSENREICH und WEYGAND. COENEN weist darauf hin, dass bei der supracondylären Humerusfraktur die anatomische Bruchheilung die Hauptsache darstellt, die Funktion kehre besonders im jugendlichen Alter immer wieder, wenn diese Forderung erfüllt sei.

NEUBERG und SCHUMANN bezeichnen bei der Nachuntersuchung unter Berücksichtigung der Funktion eine völlig freie Beweglichkeit als sehr gut, eine Beugung bis mindestens 50 Grad und eine Streckung bis 165 Grad als gut, eine Beugung bis mindestens 70 Grad und eine Streckung bis 160 Grad als ausreichend und eine Beugung von weniger als 70 Grad und eine Streckung von weniger als 160 Grad als schlecht. Ausserdem berücksichtigen sie die Veränderung der Achsenstellung (Cubitus varus oder valgus) und ihre Beziehung zur Funktion des Ellenbogengelenkes.

RICKLIN (1957) nennt als zuverlässiges Fixationsverfahren, besonders für schwer retinierbare Fälle die Lagerung auf einer Abduktionsschiene und Längszug am rechtwinklig gebeugten Vorderarm gegen ein am Oberarm angreifendes Widerlager.

Die Therapiemöglichkeiten (G. HAENISCH und V. PAHLOW, 1959) sind mannigfaltig:

1. Ruhigstellung mit Gipsverbänden verschiedener Art.
2. Extendierende Abduktionsschienen oder -Gipse (KAMPRATH, RICKLIN, KUHN u.a.).
3. Kirschner-Drahtextension (BÖHLER, BÜTTNER, KLAPP, BAUMANN, WIEDKOPF, SCHERER, BANSE).

4. Percutane Drahtnagelung (KÜNTSCHER, FORGON).

5. Operative Freilegung und Fixation (BLOCK, HEIM, M. LANGE).

Alle Autoren empfehlen übereinstimmend die sofortige Operation bei Einklemmung der A. brachialis. BÖHLER und FELSENRICH messen, wie schon vorher erwähnt, zur Vermeidung ischämischer Muskelkontrakturen dem Wegmassieren des Bruchhämatoms grosse Bedeutung bei. HAENISCH und PAHLOW empfehlen eine Ruhigstellung im Gipsverband für 3 Wochen bei rechtwinkliger Beugung des Ellenbogengelenkes und Mittelstellung des Unterarmes bei Fällen, die sich mühelos reponieren und fixieren lassen. Nach zwei Monaten ist eine volle Funktionstüchtigkeit erreicht.

Wenn nur die Reposition, nicht aber die Fixation in der erreichten Stellung möglich ist oder wenn die primäre Reposition nicht gelingt, führen sie die Extensionsbehandlung durch. Dabei wird am Olecranon ein Kirschner-Draht eingebohrt und eine gepolsterte Manschette am Oberarm als Gegenzug angelegt. Sie verwenden das von EKESPARRE angegebene Extensionsgerät. Sie schlagen die blutige Reposition und Fixation mit Kirschner-Drähten vor, wenn die Extensionsbehandlung nicht zum Ziele führt oder wenn Komplikationen zum operativen Vorgehen zwingen, weiterhin bei veralteten Frakturen in schlechter Stellung.

Als Vorteile der Extensionsbehandlung vor dem Gips werden allgemein genannt:

1. Die Frakturstelle liegt frei, eine eventuell vorliegende Weichteilschwellung kann laufend beobachtet werden.
2. Durch Änderung der Zugrichtung kann eine noch nicht ideale Frakturstellung verbessert werden.

3. Handgelenk und Finger können frühzeitig bewegt und die Haut kann ständig gepflegt werden.

Die Extension wird meist nach drei Wochen entfernt und noch eine dorsale Gipsschiene bis zur endgültigen Konsolidierung angelegt. Eine absolute Indikation für ein operatives Vorgehen ist das Ausbleiben des Radialispulses nach erfolgter Reposition. Als Ursache dafür gibt BRINKMANN an:

- a) Eine zunehmende Kompression durch das Frakturhämatom,
- b) eine Intimaverletzung der Arterie mit nachfolgender Thrombose,
- c) die Einklemmung der Arterie einmal zwischen beugeseitenwärts disloziertem distalen Fragment und der Elle und zum anderen die eventuelle Umschlingung durch das proximale Fragment.

WITT bevorzugt eine operative Wiederherstellung auch bei Brüchen, die sich konservativ nicht einstellen lassen oder deren Repositionsergebnis nicht zu halten ist.

KATZMANN berichtet 1965 über die erfolgreiche Anwendung einer modifizierten Extensions-Abduktionsschiene. Sie entspricht im Prinzip der Doppelrechtwinkelschiene, wie sie GOLD 1929 und unabhängig von ihm KAMPRATH 1952 beschrieben haben. Als Vorteile nennt er, dass die Kinder ausser Bett sein können und eine gute Retention erreicht wird.

Die grundsätzliche Diskussion um die Frage der operativen oder der konservativen Behandlung bei den Frakturen in Gelenknähe wird in den letzten Jahren wieder sehr lebhaft geführt. Für die Operation spricht, dass die Reposition nicht einfach ist, jedoch im allgemeinen gut gelingt. Die Fixierung ist konservativ sehr schwierig und sekundäre Fragmentverschiebungen nicht selten.

b. Operative Methoden anderer Autoren und eigene Kasuistik

Mit den konservativen Verfahren konkurriert die primär operative Behandlung, die in einer Fixierung der Bruchenden durch Nägel, Drähte oder Schrauben besteht. Diese werden entweder percutan bei geschlossener oder durch die Operationswunde bei offener Reposition gelegt.

BIER empfahl als erster (W.Ch. HECKER) eine percutane Fixation, indem er vorschlug, den Bohrer, der zur Bildung der Knochenkanäle für die Aufnahme von Schrauben benutzt wurde, gleich liegen zu lassen, da es oft schwierig sei, die korrespondierenden Bohrlöcher mit der Schraube nach Entfernen des Bohrer wiederzufinden.

1916 vereinigte JUVARA die Frakturenden durch Nägel, deren Ende durch die Operationswunde hinausragte.

1932 verwendete SOMMER als erster einen Kirschner-Draht. Er schoss nach erfolgter Reposition percutan einen Draht etwa rechtwinklig zur Frakturlinie ein und fand, dass der eingebohrte Draht in der Corticalis so fest sass, dass ein Abgleiten und Verdrehen der Bruchflächen nicht mehr erfolgen konnte. Eine eventuell noch auftretende dislocatio ad axim korrigierte er im Gipsverband.

1933 teilten NOVOTNY, 1934 RICHARD und 1937 THOMSON und FERCIOT gute Ergebnisse mit der Drahtfixation ähnlich dem Vorgehen SOMMERs mit.

BLOCK erweiterte das SOMMERsche Verfahren dahingehend, dass er stets mehrere Kirschner-Drähte schoss, um eine "eiserne Fixa-

tion" zu erreichen. Ähnlich wie BLOCK kombinieren WITT, EDELHOFF, MATZNEK und BÖHLER die operative Einrichtung der supracondylären Humerusfraktur mit einer Fixation der Bruchenden durch "geschlossene" Kirschner-Drähte. L. BÖHLER wendet ebenfalls bei der supracondylären Humerusfraktur mit starker Dislokation seit 1959 zur Ruhigstellung und Fixierung der Frakturfragmente gekreuzte Bohrdrähte an.

Wenn unter dem Bildverstärker die Reposition exakt gelungen ist, wird von beiden Epiphysencondylen aus je ein Bohrdrabt so eingebohrt, dass die Drähte beide Fragmente fassen und sich gegenseitig überkreuzen. Die Epiphysenfugen sollen nicht miterfasst werden, um spätere Wachstumsstörungen zu vermeiden. Erst am nächsten Tag, sobald die Resorption des Frakturhämatoms einsetzt, wird ein geschlossener Oberarmgipsverband für 3 Wochen angelegt. Die Drähte werden nach der Gipsabnahme entfernt.

HAUCK, PAP, KÜNTSCHER und FORGON fixieren die Fragmente durch percutane Drahtung ohne blutige Frakturdarstellung. HAUCK und PAP bohren perarticular vom Olecranon durch das distale Fragment einen Kirschner-Draht in den Humerusschaft. KÜNTSCHER schlägt vom Tuberculum majus aus nach distal in das kurze Fragment mehrere Kirschner-Drähte ein und erreicht damit eine nahezu stabile Osteosynthese, die eine zusätzliche Ruhigstellung im Gipsverband überflüssig machen soll. FORGON bohrt nach der gelungenen Reposition bei spitzwinklig gebeugtem Unterarm einen Kirschner-Draht von distal durch das kurze Bruchende in den Markraum des Oberarmes. Dabei wird das Gelenk, aber nicht der Knorpelüberzug der Gelenkfläche passiert.

Wichtig ist bei der Vornahme der Drahtspiessung durch ein Gelenk die Kenntnis der Untersuchungen KÜNTSCHERS, der im Tierexperiment und am Menschen nachwies, dass eine perartikuläre Nage- lung die spätere Funktion des Gelenkes praktisch nicht beeinträchtigt.

HECKER (1957) hält eine Freilegung der Fraktur nur bei primärer Nervenschädigung und bei unmittelbarer Beteiligung der A. brachialis für erforderlich.

Mit Kirschner-Drähten lässt sich ein Repositionsergebnis fixieren, ohne dass eine grössere Freilegung der Fraktur erforderlich ist. Für die supracondylären Humerusfrakturen bedeutet die Kirschner-Drahtspickung eine wertvolle und einfache Hilfe. Wegen der häufig schlechten funktionellen Ergebnisse (KROSCHEK) bei konservativer Behandlung wurde in den letzten Jahren die blutige Reposition und Osteosynthese besonders bei Jugendlichen mit derartigen Frakturen durchgeführt.

Eigene Methode

Unter Bildwandlerkontrolle wird bei im Ellenbogengelenk rechtwinklig gebeugtem Arm ein Zug am proximalen Unterarm und ein Gegenzug am peripheren Oberarm ausgeübt, wobei der Unterarm bzw. die Hand in mittlerer Pronationsstellung steht. Gleichzeitig erfolgt ein Manipulieren der dislozierten Condylen. Danach wird der Kirschner-Draht durch die Condylenspitze eingebohrt und die Feineinstellung des Fragmentes über den langen Hebelarm des Kirschner-Drahtes bis zur Wiederherstellung der Gelenkkonturen durchgeführt. Jetzt erfolgt die endgültige Fixierung der Frag-

mente durch Fingerdruck und weiteres Einschiessen des Drahtes bis in die Corticalis der gegenüberliegenden Humerusseite. Dabei wird ein Überkreuzen der Drähte angestrebt, die möglichst zu einer X-Figur und nicht zu einer V-Figur führen sollte. Dadurch ist eine grössere Stabilität gewährleistet. Zusätzliche Drähte in anderen Richtungen sind nur dann erforderlich, wenn multiple Fragmente vorliegen oder durch die ursprünglichen zwei Drähte eine annähernde Stabilität nicht erreicht werden kann. Nach erzieltm Repositions- und Fixationsergebnis erfolgt das Abknäfen der Drähte im Periostniveau. Wir empfehlen, besonders bei Kindern, postoperativ zusätzlich eine gepolsterte Gipsschiene im Ellenbogenbereich unter Freilassung der Schulter- und der Handgelenke für drei Wochen, um besonders das Ellenbogengelenk vor äusserem Druck zu schützen. Diese zusätzliche Ruhigstellung im Gipsverband ist vor allem in den postoperativen Tagen für eine weitgehende Schmerzlosigkeit im Ellenbogengelenk erforderlich, da sonst mit einer unwillkürlichen Bewegung des Gelenkes und einer dadurch bedingten Lockerung der Kirschner-Drähte gerechnet werden muss.

3. Eine mit Kirschnermarkdrähten in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Siegburg versorgte supracondyläre Humerusfraktur

R.V., 6 J., am 3. 8. 1967 vom anfahrenden Traktor auf den ausgestreckten linken Arm gefallen.

Rö.: Stark dislozierte supracondyläre Humerusfraktur - Extensionsfraktur.

Ø zusätzlichen Verletzungszeichen.

4. 8. 67 Einbohren zweier Kirschnermarkdrahte von radial und

ulnar unter Bildwandler-Fernsehkontrolle in Intubationsnarkose, stationäre Behandlung vom 3. 8. bis 19. 8. 67. Oberarmgipsverband.

21. 9. 67 Rö.: Ausreichende knöcherne Durchbauung der Fraktur. Entfernung der Drähte in Lokalanästhesie. Beginn mit schonender medico-mechanischer Nachbehandlung.
24. 6. 68 Nachuntersuchung: Freie Beweglichkeit im Ellenbogengelenk. Rö.: Knöchern verheilte Fraktur, mässige Verbreiterung im Gebiet der distalen Metaphyse. Gutes Ergebnis.

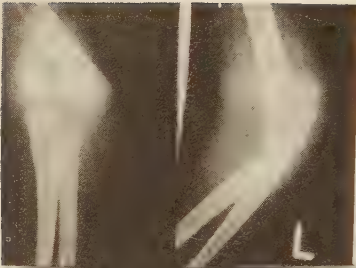
4. Komplikationen

Die supracondylären Oberarmbrüche bei Kindern und Jugendlichen waren früher sehr gefürchtet und sind es zum Teil jetzt noch, weil als Folge von schnürenden Verbänden, der Ruhigstellung in spitzwinkliger Beugung und nur selten wegen der Zerreissung der A. brachialis die Volkmannsche ischämische Muskelkontraktur und in seltenen Fällen Gangrän der Finger und der Hand beobachtet wurden. Als Folge der Ruhigstellung des Vorderarmes in Supination sieht man eine Varusstellung des Oberarmes und als Folge zu energischer Nachbehandlung mit Massagen und Forcieren, schmerzhaften passiven Bewegungen, heissen Bädern etc. beträchtliche Bewegungseinschränkungen durch Verhärtung der Kapsel, Schrumpfung und Verknöcherung der Bänder und bei besonders energischer Nachbehandlung die Entstehung einer Myositis ossificans bis zur knöchernen Ankylose.

In der Literatur sind nach ELIASON und BROWN bis 1951 21 Fälle von Rupturen der A. brachialis bekannt. BRINKMANN beschreibt 1952 eine komplette Drosselung der A. brachialis nach der Reposition einer supracondylären Humerusfraktur. Ein weit nach vorn

disloziertes proximales Fragment hatte bei der Reposition die Arterie nach hinten gezogen und eingeklemmt. Der Ausfall des Radialispulses und das Kühlwerden der Hand waren nach der Reposition eine absolute Indikation zur Operation.

Eine häufige Spätfolge der supracondylären Humerusfraktur stellt die Aufhebung der physiologischen Valgusstellung des Ellenbogengelenkes und der Cubitus varus dar. Diese Störungen können vermieden werden, wenn man bei gestrecktem Ellenbogen und supiniertem Vorderarm die Verdrehung, Verkürzung, Achsenknickung und Seitenverschiebung in der Frontalebene und durch maximale Beugung des Ellenbogens die Achsenknickung und Seitenverschiebung in der Sagittalebene ausgleicht.



a. ap- und seitliche Aufnahme nach dem Unfall.



b. Zustand nach idealer Reposition und Fixation mit gekreuzten Kirschnerdrähten.



c. Röntgenkontrolle: Knöcherne Konsolidierung 10 Monate nach dem Unfall. Zustand nach Drahtentfernung.

Verlaufskontrolle einer kindlichen supracondylären Humerusfraktur links.

V. Mittelhand- und Fingerfrakturen, Mittelfuss- und Zehenfrakturen

1. Die am häufigsten betroffenen Knochenabschnitte der Hand, der Entstehungsmechanismus und die spezielle Lokalisation der Frakturen

Übersieht man die Literatur bezüglich der Handverletzungen und deren Folgen, so entfallen auf Finger und Hand fast die Hälfte aller Unfallverletzungen. Nach zur VERTH haben etwa ein Drittel aller Knochenbrüche und drei Viertel aller "offenen" Knochenbrüche ihren Sitz an der Hand. Zwei Drittel aller Brüche an der Hand und vier Fünftel aller Brüche an den Fingern sind "offene" Knochenbrüche.

Die Knochenbrüche an der Hand verteilen sich zu rund $1/7$ bis $1/6$ auf die Handwurzel, $1/4$ auf die Mittelhandknochen, $2/3$ auf die Finger.

Nach MERG und FOJKE entfielen in einem Zeitraum von 3 Jahren 6,1 % aller Verletzungen auf Finger und Mittelhand. 61,8 % von insgesamt 1309 Fingerbrüchen betrafen das Endglied, 14,3 % das Grundglied, 8,9 % das Mittelglied.

ZIEGLER hat errechnet, dass Fingerbrüche in 24,9 % der Fälle entschädigungspflichtig werden; dagegen Vorderarmbrüche nur mit 12 % und Unterschenkelbrüche mit 14 %.

Nach BÖHLER machen die Renten für die Hand- und Fingerverletzungen das Doppelte der Entschädigungen im Vergleich mit den Brüchen der langen Röhrenknochen aus.

EUFINGER gibt ebenfalls bei Knochenverletzungen der Hand in

1/4 der Fälle eine Entschädigungspflicht an gegenüber 1/8 bei Unterarm- oder Unterschenkelbrüchen. Er zeigt, dass die Dauer der Arbeitsunfähigkeit, die durch eine Knochenverletzung an der Hand bedingt ist, an dritter Stelle aller Handverletzungen steht.

MERG und FOCKE berichten, dass nach ihren Erfahrungen der weitaus grösste Prozentsatz aller Fingerfrakturen unter Einbeziehung der Knochenausrisse an den Endgliedköpfchen das Endglied betrifft. Zur VERTH sah dagegen die Mehrzahl der Fingerbrüche, fast die Hälfte, am Grundglied, am Endglied etwa 1/3 und am Mittelglied weniger als 1/4 lokalisiert. Nach den Angaben der meisten Autoren ist das Mittelglied am wenigsten betroffen. Nach zur VERTH sind 4/5 aller Knochenbrüche an den Fingern "offene" Frakturen. BÖHLER sah 86 % "offene" und 14 % "geschlossene" Frakturen. MERG und FOCKE nennen 65 % "geschlossene" und 35 % "offene" Frakturen. Sie haben dabei die sehr häufig "offenen" Frakturen der Endglieder nicht berücksichtigt, da hierbei kaum entschädigungspflichtige Dauerfolgen auftreten. Die Finger- und Mittelhandbrüche können sowohl durch ein direktes Trauma wie durch indirekte Gewalteinwirkung entstehen. Bei den letzteren handelt es sich nach BÖHLER vorwiegend um Torsionsbrüche an den Grundgliedern im Schaft und Stauchungsbrüche an der Basis.

Der typische Bruch des Endgliedknochens ist die Fraktur der Tuberositas unguicularis, die hufeisenförmig abbricht und durch Querbruchlinien in mehrere Teile getrennt werden kann. An der Basis kommt am häufigsten der Abbruch des dorsalen Strecksehnenansatzes vor, den zur VERTH als "Schnabelschuhfortsatz" bezeichnet. Längs- und Querbruchlinien können vom Köpfchen durch die

Mitte des Körpers über die Basis hinaus bis ins Endgelenk reichen. Sie führen später meist zu einer Teilversteifung des Endgelenkes, die sich aber in Bezug auf die Gebrauchsfähigkeit der Finger bzw. der Hand nicht störend auswirkt. Klinisch findet sich beim Endgliedbruch in den meisten Fällen das sehr schmerzhafte subunguale Hämatom. Am Mittelgliedknochen kommt es nach der VERTH in fast $2/3$ aller Fälle zum Schaftbruch, der als Quer- oder Schrägbruch beobachtet wird. Häufig ist damit noch eine axiale Verschiebung im Sinne einer volar offenen Knickbildung verbunden. Längsbrüche sind im Mittelglied seltener als an den anderen Fingerknochen. Frakturen und kleine Knochenabsprengungen am Köpfchen und an der Basis können hier ebenfalls ins benachbarte Gelenk reichen und neben langwierigen Schwellungen zur Versteifung führen. Die Schaftbrüche der Grundgliedknochen neigen infolge der Zugwirkung der Mm. lumbricales et interossei zu der typischen Dislokation der Überstreckung, die Bruchstücke bilden einen nach dorsal offenen Winkel. Diese Verschiebung findet man auch bei den basis- und köpfchennahen Brüchen.

Fingerverletzungen sind oft mit anderen Verletzungen der Hand kombiniert. Sie nehmen der Häufigkeit nach vom Daumen zum 5. Finger ab. Die Verschiebungstendenz der Fragmente ist gross wegen der Kleinheit der Skeletteile und der grossen angreifenden Muskelkräfte. Die nach der VERTH typischen Formen der Mittelhandbrüche sind:

1. Quer- und Schrägbrüche des Schaftes, die rund $2/3$ aller Mittelhandfrakturen ausmachen.
2. Brüche der Basis des I. metacarpale, davon eine häufige Modi-

fikation nach BENNETT benannt. Der BENNETTsche Verrenkungsbruch resultiert meist aus einem Fall auf den adduzierten Daumen und stellt eine häufige Sportverletzung dar.

3. Abbrüche des Köpfchens des 5. Mittelhandknochens mit typischer volarer Knickbildung.

Durch die anatomische Anordnung der Mittelhandknochen frakturieren bei direkter Gewalteinwirkung häufig mehrere Knochen zugleich. Verschiebungen kommen beim schrägen Schaftbruch häufiger vor als beim Querbruch. Die Bruchstücke bilden dann einen zur Hohlhand offenen Winkel. Stärkere Dislokationen traten bei den von MERG und FOCKE beobachteten Fällen nur in 14,3 % der Finger- und Mittelhandfrakturen auf. Sie sahen sie dagegen immer bei der BENNETT-Fraktur und in der Hälfte der Fälle bei den Mehrfachfrakturen. Isolierte Mittelglied- und Grundgliedbrüche waren sehr viel häufiger stark disloziert, 26,3 bzw. 23,6 % als isolierte Frakturen der Endglied- und der Mittelhandknochen - 7,9 bzw. 6,6 %.

2. Therapie

Die Behandlung der Endgliedbrüche bereitet im allgemeinen keine besonderen Schwierigkeiten. In diesem Bereich lassen auch mit Dislokation verheilte Frakturen später trotzdem eine gute Funktion zu. Die Behandlung der Mittelglied-, Grundglied- und der Mittelhandbrüche ist bezüglich der Gebrauchsfähigkeit der Hand von besonderer Bedeutung. Die funktionsbeschränkte Hand hat besonders beim Handarbeiter einen wesentlichen Einfluss auf die Erwerbsfähigkeit.

a. Die in der Literatur genannten konservativen Verfahren

Die Behandlungsmethoden sind sehr mannigfaltig, worauf schon die grosse Zahl der in der Literatur angegebenen Extensionsmethoden und Verfahren zur Ruhigstellung hindeuten. BÖHLER und KIENLE empfehlen bei Fingerfrakturen die Anwendung von Schienen aus u-förmig gebogenem Eisendraht. FRANKE benutzt Schienen aus biegsamen Stahl. VALLET, GOCHT und HAMMER befürworten zur Ruhigstellung schmale Aluminiumplatten. Ferner sind zahlreiche Konstruktionen von Spezialschienen angegeben, z.B. von HAUKE eine Schiene mit verstellbaren Schrauben, von SCHLATTER eine hakenförmig abgebogene Metallschiene und eine ähnliche Metallschiene nach GLASS. ZIEGLER empfiehlt eine aus Aluminiumblech gehämmerte rinnenförmige Schiene.

Alle Autoren betonen, dass die Fixierung der Finger in Beugstellung erfolgen muss, um Schäden des Bandapparates und damit spätere Bewegungseinschränkung zu verhüten. Eine Ruhigstellung der Finger in Streckstellung auf Zungenspatel o.ä. wird abgelehnt weil dabei die Seitenbänder der Fingergrundgelenke völlig erschlafft sind und die Finger noch gespreizt werden können. Die rasche Schrumpfung der Bänder würde später bei dieser Art der Ruhigstellung zu der gefürchteten Versteifung führen.

MERG und FOCKE und mit ihnen weitere Autoren benutzen zur Ruhigstellung der Fingerfrakturen eine Gipslongette, sowohl bei nicht dislozierten als auch bei einem Teil der dislozierten Frakturen. Sie ziehen diese Methode einer früher benutzten BÖHLER-Schiene vor. JOTTKOWITZ empfiehlt schon 1907 nach Reposition zur Fixierung, besonders der dislozierten Grundgliedbrüche, die

Methode des Faustschlussverbandes, der in der Literatur (FÖCKE) bei geschlossenen Frakturen mit Erfolg verwendet wird, sofern die Ruhigstellung bei Verletzten jüngeren und mittleren Alters 2 bis 3 Wochen nicht überschreitet. BÖHLER weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass bei älteren Patienten das Festbinden der Finger über einer Faustrolle sehr leicht zu erheblichen Bewegungsstörungen nach der Ausheilung der Fraktur führt. RITTER und THOM empfehlen bei ad axim verschobenen Mittelhandbrüchen die Anwendung der Hebelkraft mittels eines besonders konstruierten Gerätes zur Wiedervereinigung der Fragmente. Gelingt es durch Druck oder Zug nicht, die Dislokation der Fragmente zu beheben, stehen Extensionsverbände zur Verfügung. Sie werden besonders bei den leicht abrutschenden Schrägbrüchen der Grundglied- und Mittelhandfrakturen angewendet.

SCHLATTER gibt einen Heftpflasterzugverband gegen eine volar anzulegende und an der Spitze hakenförmig abgebogene Metallschiene an. WALTHER benutzt an der Fingerkuppe befestigte Trikotschläuche. SCHWARZ empfiehlt einen mit Mastisol angeklebten Handschuhfinger. Schliesslich sei noch der bekannte "Mädchenfänger" erwähnt. MALTZER nennt eine Drahtextension durch Fingerphalanx. EUFINGER empfiehlt, die Mittelhandknochenbrüche nach Reposition 4 Wochen mit einer dorsalen Gipschiene zu fixieren, die vom Ellenbogen bis zu den Metacarpalköpfchen reichen soll. Diese Methode wird von vielen Autoren angewendet und kann unter den konservativen als die Methode der Wahl bezeichnet werden.

b. Operative Methoden anderer Autoren und eigene Kasuistik

In 0,6 % der Fälle haben MERG und FOCKE 1951 bei Misserfolg mit dem Extensionsverfahren, d.h. bei schlechter Adaptation und Fixation der Frakturfragmente, die blutige Frakturbehandlung durchgeführt. GRIEF rät zur operativen Frakturbehandlung, wenn durch die konservative Therapie nicht, nur schlecht oder nur unter Zeitverlust eine gute Stellung der Fragmente erzielt werden kann. BÖHLER befürwortet die operative Behandlung besonders bei älteren in schlechter Stellung mit starker Abknickung oder Verdrehung verheilten Grundgliedbrüchen. Er empfahl die Drahtnaht, wenn die Bruchstücke während der Operation immer wieder zur Verschiebung neigten.

Anfang 1950 hat WAGNER eine operative Methode zur Fixierung der Fraktur des I. Mittelhandknochens mit einem längs durch den Schaft des Metacarpale bis ins multangulum majus gebohrten Kirschner-Drahtes beschrieben, die in der angelsächsischen Literatur unter dem Namen "WAGNERSches Vorgehen" 1950 genannt wird.

Wegen der vielfach unbefriedigenden Ergebnisse, die auch bei sachgemässer Ausführung konservativer Massnahmen auftreten, bevorzugen besonders in den letzten Jahren viele Chirurgen - das zeigt besonders die angelsächsische Literatur - ein aktives Vorgehen bei den Mittelhand- und Fingerfrakturen. Dabei wird das Ergebnis der Reposition, besonders bei dislozierten Frakturen mit percutan eingebohrten Kirschner-Drähten fixiert.

NIGST und WAIBEL beschreiben 1955 die Vorteile einer solchen operativen Behandlung, wie sie in der Chirurgischen Universitäts-Poliklinik Basel bereits 1948 durchgeführt wurde. Sie empfehlen dabei die Längsdrahtung mit Einführung des Kirschner-Drahtes

durch das Köpfchen des Metacarpale vorwiegend bei Schaftfrakturen und zeigen, dass sie auch bei Basisfrakturen mit Erfolg angewendet werden kann. Die Anwendung von konservativen Methoden bei Frakturen der Basis des Metacarpale I zeigte deutliche Nachteile gegenüber dem operativen Verfahren mit dem Kirschnermarkdraht. Um eine gute Retention mit dem Abduktionsgips zu erzielen, musste ein starker Druck auf die Basis des Metacarpale ausgeübt werden. Das birgt immer die Gefahr der Drucknekrose an dieser Stelle in sich.

KLEINSCHMIDT und WILHELM zeigten 1963 am Beispiel der BENNETT-Fraktur - dem Schrägbruch durch die Basis des Metacarpale I mit dorsaler, proximaler und radialer Verschiebung des Schaftes - ein modifiziertes Verfahren nach WAGNER und BUNNELL. Sie schossen den Draht durch das I. Carpo-metacarpalgelenk und schädigten damit dieses Gelenk zusätzlich. Das ausgerissene Knochenstück wurde nicht an das I. Metacarpale fixiert. GEDDA und MOBERG führen die Versorgung der BENNETT-Fraktur immer "offen" durch. Sie stellen dabei die Gelenkflächenkontinuität wieder her und fixieren das abgerissene Fragment mit einem Kirschner-Draht am Mittelhandknochen. Diese direkte Stabilisierung der Fragmente ist jeder indirekten Fixation mit Gipsverbänden oder Drahtextensionen überlegen. Bei der Operation sahen KLEINSCHMIDT und WILHELM immer wieder bei einer nur wenige Tage alten BENNETT-Fraktur ein Hämatom im Bruchspalt, das auch beim "offenen" Verfahren eine ideale Adaptation des abgespaltenen Fragmentes vor der Ausräumung unmöglich machte. Da die genaue Adaptation des abgespaltenen Fragmentes bei der BENNETT-Fraktur sehr wichtig

ist, kann hier eine absolute Indikation zur primären Osteosynthese gestellt werden.

GÜNTER teilt 1964 die Erfahrungen mit der percutan durchgeführten Drahtung nach ISELIN zur Stabilisierung der Frakturen des I. Mittelhandknochens mit. Dabei wurden 2 Kirschner-Drähte verwendet und im I. und II. Mittelhandknochen plaziert, der eine im subcapitalen Bereich, der andere in der Basis des I. und II. Mittelhandknochens. Die Vorteile dieses Verfahrens fasst er in 4 Punkten zusammen:

1. Das einmal erzielte Repositionsergebnis wird durch die feste Verstrebung sicher beibehalten. Deswegen ist die Gefahr sekundär arthrotischer Veränderungen äusserst gering.
2. Auf eine zusätzliche Ruhigstellung der distalen Daumengelenke kann verzichtet werden.
3. Die Langfinger werden bereits nach 1 bis 2 Tagen bewegt, ohne die Gefahr erneuter Dislokation fürchten zu müssen.
4. Schäden am Kapselbandapparat der Daumengelenke, bedingt durch länger andauernde Zugwirkung, sind nicht zu befürchten.

Zum Gegenargument der Infektionsgefahr sagt er, dass er bei 43 Frakturen nur 1 blande Infektion beobachtet hat, die nach der Extraktion des Drahtes abklang. Er empfiehlt allerdings, die Drahtenden unter die Haut zu versenken. Die Drähte belässt er durchschnittlich 5 bis 6 Wochen. 35 der so behandelten Patienten waren nach 3-jähriger Kontrolle völlig beschwerdefrei, 5 Patienten zeigten eine kaum nennenswerte Funktionseinschränkung im Sattelgelenk, bei 2 Patienten war das Ergebnis befriedigend. Ein Misserfolg konnte nicht der Methode angelastet werden, bei

diesem Patienten musste der Draht vorzeitig nach 14 Tagen entfernt werden.

Im Bereich der Therapie der Handverletzungen wurden in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte erzielt. Drahtstifte zur "Auffädung" (HENSSGEN) von Fragmenten und zur zeitweiligen Ruhigstellung kleiner Gelenke sind anderen Behandlungsmethoden überlegen. Besonders in der angloamerikanischen Literatur wird auf die Vorteile der Ruhigstellung und Fixierung durch Kirschner-Drähte auch bei Mittelhand- und Fingerfrakturen sowie bei Mittelfuss- und Zehenfrakturen hingewiesen.

CLIFFORD nennt in seiner Arbeit über die Markdrahtung von Handbrüchen mit Kirschner-Drähten 1953 als deutliche Vorteile gegenüber den konservativen Methoden, dass postoperativ keine Fixation anderer Finger und Handgelenke erfolgt. Er bohrt den Kirschner-Draht intramedullär soweit ein, bis die Fraktur ausreichend fixiert ist. Bei 36 Fällen sah er 1 Drahtinfektion, die nach Drahtentfernung abheilte.

BUTT bohrte bei Mittelhandknochenbrüchen ebenfalls in einigen Fällen von proximal nach peripher in Längsrichtung intramedullär einen Kirschner-Draht ein, unter Freilassung der Fingergrundgelenke. Er entfernte den Draht nach 4 bis 6 Wochen.

ILYENKOV berichtet schon 1959 über die ambulante Behandlung von 33 Patienten mit Phalangen- und Metacarpalfrakturen durch einen intramedullären Stahlstift. Von diesen 33 hatten 22 geschlossene Frakturen. Er schlägt die Stiftung vor, wenn mit den konservativen Methoden eine geschlossene bzw. fixierte Reposition der Fragmente nicht gewährleistet ist. Die Heildauer betrug

durchschnittlich 32 Tage. Die Nachuntersuchung zeigte bei 13 Phalangeal- und 12 Metacarpalfrakturen in 22 Fällen ein gutes Resultat, in 2 Fällen war das Ergebnis weniger gut, 1 Misserfolg.

Eigene Methode

Nach sorgfältiger Desinfektion der Haut wird bei Frakturen der Phalangen in Leitungsanästhesie, bei Mittelhandfrakturen in Vollnarkose unter Bildwandlerkontrolle ein ca. 1 mm starker Kirschnermarkdraht von peripher durch das Zentrum des Köpfchens in Längsrichtung durch den Markraum bis kurz vor den Frakturspalt vorgebohrt. Nach der Reposition der Fraktur bohren wir den Draht bis zur festen Knochenführung in die Basis ein. Das distal über die Haut herausragende Drahtende wird im Hautniveau abgeknipt. Zum Schutz der verletzten Extremität legen wir für 6 Tage eine volare Gipsschiene an. Die Drähte werden bei ausreichender Callusbildung nach ca. 4 - 6 Wochen entfernt.

3. Die Anwendung der unter Punkt 2 besprochenen Therapie bei Mittelfuss- und Zehenfrakturen

Die Ergebnisse der modernen Handchirurgie sollen auch bei der Versorgung schwerer Verletzungen des Fusses richtungsgebend sein.

KRIEG schreibt 1957, dass anhand von Statistiken in 7 % der Fälle nach Abschluss der therapeutischen Massnahmen bei Mittelfussbrüchen eine messbare Einschränkung der Erwerbsminderung besteht. Diese ist auf statische Beschwerden, SUDECKsche Dystrophie, schmerzhaften Callus u.a. zurückzuführen.

HENNSGE berichtet 1958 von einem Fall mit subcapitalen Frakturen des II. bis V. Mittelfussknochens. Ein zunächst angelegter Dauerzug an den Zehen nach BÖHLER zeigte nach 2 Wochen kein befriedigendes Resultat. Nach Freilegen der Frakturen stellte er fest, dass die Mittelfussköpfchen stärker plantarwärts verschoben waren, als man auf Grund der Röntgenbilder angenommen hatte. Die einzige Lösung zur Wiederherstellung war nach der Entfernung des Callus die Einbohrung von Kirschner-Drähten. Das Nachuntersuchungsergebnis zeigte nach 4 1/2 Monaten normale anatomische Verhältnisse, die Bewegung der betroffenen Zehen war noch leicht eingeschränkt.

MacKEEVER schreibt 1950, dass die Frakturen der Mittelfussknochen und der Zehen oft mehr Beschwerden machen, als es nach dem Röntgenbild zu erwarten ist. Frakturen im Bereich der Köpfchen der Mittelfussknochen und der Zehengrundgelenke führen oft nach zu langer Ruhigstellung zu starker Bewegungseinschränkung. Er empfiehlt eine exakte Reposition und eine Fixierung der Fraktur mit der Kirschnermark-Drahtung. Hämatome sollen wegen der Gefahr der Organisation und möglicher nachfolgender Versteifung bei der Operation ausgeräumt und die Ruhigstellung so kurz wie möglich gehalten werden.

Eigene Methode

Bei der Kirschnermarkdrahtung der Zehen bzw. der Mittelfussknochen wenden wir das gleiche Verfahren an wie bei Finger- und Mittelhandfrakturen. Nur beim Einbohren des Kirschnermarkdrahtes in den Mittelfussknochen wird das Grundglied im Grundgelenk nicht plantar sondern dorsal flektiert.

4. Zusammenstellung der in der Chirurgischen Abteilung des
Städtischen Krankenhauses Siegburg behandelten Patienten

1. P.H., 22 J., Betriebsunfall am 13. 5. 1968.

Rö.: Re. Hand - Fraktur der 2.-4. MHK mit Dislokation der distalen Fragmente des 2. und 3. MHK um Schaftbreite nach volar und Abwinklung nach dorsal; 4. MHK geringe Abwinklung nach volar.

Ø zusätzlichen Verletzungen

13. 5. 68 Einbohren von Kirschnermarkdrähten in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 15. 5. bis 30. 5. 68.

18. 6. 68 Entfernung der Drähte in Lokalanästhesie.

8.10. 68 Rö.: Knöcherne Konsolidierung der Frakturen bei guter Stellung der Fragmente. Arbeitsfähig ab 14. 10. 68.

17. 4. 69 Nachuntersuchung: Achsengerechte Stellung und knöcherne Verheilung des 3. u. 4. MHK. Pseudarthrosebildung im Frakturbereich des 2. MHK.

2. H.P., 20J., Verkehrsunfall am 23. 6. 1968, als Mopedfahrer gestürzt.

Rö.: Re. Hand - Fraktur des 4. MHK in Schaftmitte mit Dislokation des distalen Fragmentes um halbe Schaftbreite nach dorsal und ulnar, Achsenknickung nach volar.

Zusätzliche Verletzungen: Commotio cerebri, multiple Hautabschürfungen.

27. 6. 68 Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, stationär vom 23. 6. bis 6. 7. 68.

Rö-Kontrolle: Achsengerechte Stellung der Fraktur, guter Sitz des Drahtes, gute Callusbildung.

9. 8. 68 Vorläufige Nachuntersuchung: Faustschluss nahezu vollständig möglich, arbeitsfähig ab 26. 8. 68.
Gutes Ergebnis.

3. Th. L., 20 J., am 17. 7. 1967 mit dem rechten Fuss im Gelände in ein Loch getreten und umgeknickt.

Rö.: Re. Fuss - Frakturen des 2. - 4. MFK mit Dislokation der distalen Fragmente nach plantar, Luxation der 5. Zehe im Grundgelenk.

Ø zusätzlichen Verletzungen.

18. 7. 67 Einbohren von Kirschnermarkdrähten in Intubationsnarkose unter Bildwandler-Fernsehkontrolle, Reposition der im Grundgelenk luxierten re. Kleinzehe. Weiterbehandlung im auswärtigen Krankenhaus, dort nach ca. 10 Wochen Drähte entfernt.

24. 6. 68 Nachuntersuchung: Bewegungen der Zehen des re. Fusses frei, keine Belastungsstörung. Rö.: Frakturen des 2.-4. MFK sind unter geringgradiger Achsenknickung knöchern fest verheilt. Gutes Ergebnis.

4. R.E., 12 J., am 16. 7. 1967 mit dem re. Fuss in einen Rasenmäher geraten.

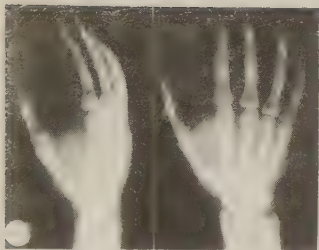
Rö.: Trümmerfraktur des re. Grosszehengrundgliedes, das Endglied ist nach dorsal und innen luxiert. Fraktur des Mittelgliedes der 2. Zehe mit geringer Dislokation.

Ø zusätzlichen Verletzungen .

16. 7. 67 In Leitungsanästhesie Säuberung der Wunde, Reposition der Frakturfragmente der re. Grosszehe und Fixierung mit Chromcatnaht. Einbohren eines Kirschnermarkdrahtes in das Mittelglied der 2. Zehe unter Bildwandlerkontrolle, stationär vom 16.9. bis 10. 11. 67.

18.10. 67 Drahtentfernung in Lokalanästhesie.

Rö.: 6.11.67: Fortschreitende Konsolidierung der Frakturen des Grosszehengrundgliedes bei annähernd achsengerechter Stellung. An der 2. Zehe ist die Epiphyse des Mittelgliedes weitgehend resorbiert worden, der Mittelgelenkspalt ist verschmälert. Wunden reizlos verheilt. Weitere Behandlung im auswärtigen Krankenhaus.



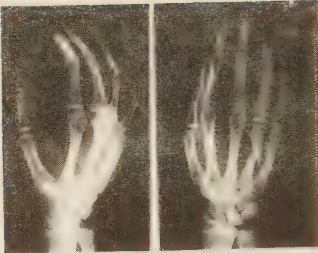
a. ap- und seitliche Aufnahme nach dem Unfall.



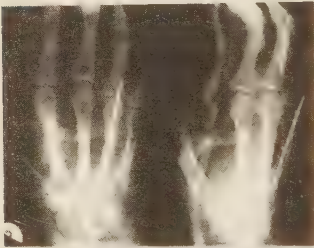
b. Zustand nach Reposition und Fixation mit Kirschner-Drähten

c. Knöcherne Konsolidierung des 3. und 4. Mittelhandknochens, 2. Mittelhandknochen noch nicht völlig knöchern durchbohrt.

Verlaufskontrolle einer Mittelhandverletzung - Frakturen des 2. - 4. Mittelhandknochens.



a. ap- und seitliche Aufnahme nach dem Unfall.



b. Zustand nach idealer Reposition und Fixation mit Kirschner-Draht.



c. Knöchernerne Konsolidierung der Fraktur.

Verlaufskontrolle einer Fraktur des 4. Mittelhandknochens rechts.



a. Periphere Mittelfussfrakturen II-IV mit Dislokation. Luxation im Grundgelenk der 5. Zehe.

b. Röntgenkontrolle 1 Jahr nach dem Unfall. Zustand nach Drahtentfernung.

Verlaufskontrolle einer Mittelfussverletzung rechts in 2 Ebenen.



c. Zustand nach Drahtung der Mittelfussfrakturen II-IV und Reposition der Luxation der 5. Zehe. Zusätzliche Ruhigstellung im Gipsverband.

VI. Zusammenfassung

Das Ziel jeder Frakturbehandlung ist es, eine volle Wiederherstellung des verletzten Skelettabschnittes mit möglichst geringer Belastung der Patienten und unter kürzestem Zeitaufwand zu erzielen.

Die Anwendung der Kirschnermarkdrähte zur Fixierung der beschriebenen und anderer Frakturen ist besonders für den therapeutischen Rahmen empfehlenswert, in dem sich aufwendigere, zeitraubendere und belastendere Osteosyntheseverfahren verbieten.

Als besonderer Vorteil wird immer wieder die Verkürzung des stationären Aufenthaltes des Patienten hervorgehoben und das Vermeiden einer langen Ruhigstellung mit den daraus resultierenden Folgeerscheinungen. Das ist besonders bei Kindern und alten Patienten wichtig.

Voraussetzung für die Durchführung der Kirschnermarkdrahtung ist das Vorhandensein einer entsprechenden Röntgeneinrichtung - eines Bildwandlers oder besser noch eines Röntgenfernsehgerätes. Die Technik ist bei Kenntnis des Skelettsystems und der angewandten Instrumente leicht zu beherrschen. Unter Berücksichtigung der Literatur wird über die eigenen Erfahrungen bei der Anwendung der Kirschnermarkdrahtung in der Behandlung von

- a. 5 Strecksehnenabrissen,
- b. 12 Claviculafrakturen,
- c. einer supracondylären Humerusfraktur,
- d. 2 Verletzten mit Mittelhandfrakturen, 1 Verletzten mit Mittelfuss- und 1 Kranken mit einer komplizierten Zehenfraktur be-

richtet.

Von den in Gruppe a. besprochenen Fällen fanden wir bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 8 Monaten nach dem Unfall 3 mal ein gutes, 1mal ein befriedigendes und 1mal ein schlechtes Ergebnis. Als Komplikation beobachteten wir eine Rötung und Schwellung im Bereich des Endgliedes, die wohl auf eine Reizung des Gewebes durch den Draht zurückzuführen war.

Von den in Gruppe b. besprochenen Verletzten ermittelten wir bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 9 Monaten nach dem Unfall 3mal ein sehr gutes, 3mal ein gutes, 2mal ein befriedigendes und 1mal ein ausreichendes Ergebnis. 3 Patienten waren zur Nachuntersuchung nicht erschienen. Bei der Behandlung dieser Gruppe sahen wir als Komplikation das Durchwandern des lateralen Drahtendes durch die Haut mit einer lokalen Entzündung. Wegen der Gefahr einer nachfolgenden Osteomyelitis haben wir den Draht vorzeitig entfernt. Weiter beobachteten wir die Bildung eines Callus luxurians, der sich bei der Nachuntersuchung wesentlich zurückgebildet hatte.

Der in der Gruppe c. genannte Verletzte zeigte bei der Nachuntersuchung nach 11 Monaten ein gutes funktionelles Ergebnis. Hierbei wurden keine der in der Literatur beschriebenen Komplikationen festgestellt.

Von den in der Gruppe d. besprochenen Patienten zeigte ein Mittelhandknochenbruch nach 2 Monaten ein gutes Ergebnis, der zweite bei einer Nachuntersuchungszeit von 16 Monaten eine Pseudarthro-
sebildung des II. MHK, wobei der III. und IV. MHK in achsenger-
echter Stellung knöchern fest verheilt waren. Bei dem Patienten

mit Mittelfussfrakturen fanden wir bei der Nachuntersuchung nach 11 Monaten ein gutes Ergebnis. Der Patient mit den komplizierten Zehenfrakturen ist zur Nachuntersuchung nicht erschienen.

In der Zwischenzeit wurden weitere Frakturen, insbesondere der letztgenannten Gruppe, mit dem Kirschnermarkdraht erfolgreich behandelt. Ein endgültiges Nachuntersuchungsergebnis liegt wegen der Kürze der verstrichenen Zeit noch nicht vor.

Die Vielzahl der mit dem Kirschnermarkdraht behandelten Verletzungsfolgen zeigt die breite Anwendungsmöglichkeit dieses Verfahrens und die Vermeidbarkeit belastender Operationsverfahren bei ausreichender Beherrschung der Technik und sorgfältiger Indikation.

Literaturverzeichnis

I. Einleitung

1. BÖHLER, J.: Operative und konservative Frakturenbehandlung. Indikation und Technik.
Münch. med. Wschr. 108, 524-527 (1966)
2. BRÜCKNER, H.: Die percutane Kirschner-Draht-Fixation in der Fraktur- und Luxationsbehandlung.
Zbl. Chir. 87, 85-93 (1962)
3. EHRLICH, W.: Fehler bei der operativen Knochenbruchbehandlung und deren Vermeidung.
Zbl. Chir. 90, 922-925 (1965)
4. KERN, E. u. H. LOCH: Konservative und operative Behandlung geschlossener Frakturen.
Der Chirurg, 38.Jg., Hft. 10, 473 (1967)
5. KÜNTSCHER, G.: 25 Jahre Marknagelung.
Zbl. Chir. 90, 2257-2263 (1965)
6. KÜNTSCHER, G.: Praxis der Marknagelung, 1962. XII
SCHATTAUER
7. LENZ, W.: Fortschritte in der Knochenchirurgie durch das Röntgenfernsehen.
Der Radiologe, 4. Jg., Apr. 64, 121-129
8. MÜLLER, M.E.: Zur Frage der primären Frakturheilung nach Osteosynthesen.
Dtsch. med. Wschr. 90, 2366-2367 (1965)
9. SCHWIER, V.: Die percutane Fixation geschlossen reponierter Frakturen mit Hilfe des Röntgenfernsehens.
Chir. 34, 502-509 (1963)

II. Strecksehnenabrisse

10. BEYER, W.: Die Strecksehnnennaht am Handrücken.
Chir. Prax. 7, 281-283 (1963)
11. BOHLER, J.: Behandlung der Strecksehnenabrisse der Fingerendglieder mit percutanen Bohrdrähten.
Mtschr. Unfallheilk. 56, 216-218 (1953)
12. DELAK-FREZANI, Z. u. J. STARE: Verletzungen der Fingerstrecksehnen.
Acta chir. jugosl. 8, 33-40 (1961)
13. DUBROV, J.G.: Sehnenverletzungen im Bereich der Hand und ihre Behandlung.

Ortop. Travm. Protez. 23, Nr. 12, 3-10
(1962), engl. Zusammenfassung

14. FREILINGER, G.
u. G. SALEM: Zur Behandlung subcutaner Strecksehnen-
ausrisse.
Klin. Med. (Wien) 16, 595-598 (1961)
15. GEORG, H.: Zur Behandlung des geschlossenen Streck-
sehnenausrisses am Fingerendglied.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 292, 485-
486 (1959)
16. HELLMANN, K.: Die Wiederherstellung der Strecksehnen im
Bereich der Fingermittelgelenke.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 309, 36-38
(1965)
17. HERZOG, K.H.: Der Streckausfall am Fingerendglied ohne
Strecksehnenläsion.
Zbl. Chir. 84, 30-35 (1959)
18. KOGGE, D.: Operativ versorgte Sehnenverletzungen der
Hand.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 56, 708-738
(1964)
19. KRÖMER, K.: Zur Behandlung des Fingerstrecksehnen aus-
risses.
Mschr. Unfallheilk. 56, 214-216 (1953)
20. LAMESH, A.: Durchtrennung und Risse der Strecksehnen
und Bänder der Finger.
Chir. Prax. 6, 533-537 (1962)
21. MANTERO, R.: Einfache Methode zur Nahtblockierung an
Strecksehnen.
Am. Chir. (Paris) 17, 1523-1533 (1963)
22. MITTELBACH, H.R.: Strecksehnenverletzungen an der Hand.
Chirurg 34, 169-175 (1963)
23. MONNSEN, F.: Muskelphysiologie der Fingerstrecker und
Verbandbehandlung des Strecksehnen aus-
risses am Endgelenk.
Zbl. Chir. 79, 265-271 (1954)
24. PRATT, D.R.: Innere Schienung für offene und geschlosse-
ne Behandlung von Abrissen der Streckseh-
nen an den Fingerendgliedern.
J. Bone Surg. 34, 785-788 (1952)
25. RAUBER, A.: Die Strecksehnedurchtrennung der Lang-
finger.
Praxis (Bern) 1955, 168-173

26. RIESS, J.: Die Drahtnaht der Strecksehnen an Hand und Fingern.
Wien. med. Wschr. 1949, 145-147
27. SALEM, G.: Versorgung frischer Handverletzungen.
Klin. Med. (Wien) 17, 484-491 (1962)
28. SAEGESSER, M.: Der Spättriss des langen Daumenstreckers.
Schweiz. med. Wschr. 93, 269-270 (1963)
29. SCHUBEL, B.: Die konservative Therapie bei gedeckten Strecksehnenabrissen der Fingerendglieder.
Mschr. Unfallheilk. 68, 373-377 (1965)
30. STARK, H.H.,
J.H. BOYES,
J.N. WILSON: Riss der Strecksehnen am Endglied (Mallet Finger).
J. Bone Surg. 44-A, 1061-1068 (1962)
31. STUART, D.: Dauer der Schienenbehandlung nach Wiederherstellung von Fingerstrecksehnen.
J. Bone Jt. Surg. 47-B, 72-79 (1965)
32. WINTERSTEIN, O.: Über eine Schiene zur Behandlung der Strecksehnenunterbrechung an den Fingerendgliedern.
Schweiz. med. Wschr. 1951, 789-792

III. Claviculafrakturen

33. BARLASSINA, G.,
C. WARIBOLDI,
F. MARTINOLI: Klinisch statistische Betrachtungen über die Therapie bei Schlüsselbeinfrakturen.
Arch. ital. Chir. 86, 172-193 (1960)
34. BELGRANO, M.: Percutane Reposition der Schlüsselbeinfraktur.
Minerva ortop. (Torino) 2, 271-273 (1951)
35. BUDA, D. u.
W. PERIA: Die Behandlung der Claviculafrakturen mit axialer Marknagelung.
G. ital. Chir. 14, 900-914 (1958)
36. BRUNELLI, G.: Über Claviculafrakturen.
Minerva ortop. (Torino) 2, 308-316 (1951)
37. CRONE-MÜNZEBROCK, A.: Zur Behandlung der Claviculafrakturen.
Chirurg 30, 233-235 (1959)
38. EWERWAHN, W.J.: Zur Behandlung des Schlüsselbeinbruchs.
Mschr. Unfallheilk. 66, 344-359 (1963)
39. FORGON, F.: Grenzen u. Möglichkeiten der sogenannten "Funktionellen Frakturbehandlung" u.a. bei Claviculafrakturen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 58, 45-55 (1965)

40. FRANZ, A.,
M. MORISI: Brüche des distalen Schlüsselbeindrittels,
transcutan behandelt.
Minerva orthop. (Torino) 3, 128-130 (1952)
41. GAERTNER, W.: Ergebnisse konservativer und operativer
Schlüsselbeinbruchbehandlung.
Zbl. Chir. 80, 348-350 (1955)
42. GECKELER, E.O.: Die Claviculafraktur des Erwachsenen. Fixa-
tion mittels Kirschner-Draht nach der Me-
thode von MURRAY.
Amer. J. Surg. 81, 333-335 (1951)
43. GERHARDT, F.: Zur Markdrahtung der Claviculafrakturen.
Wiener med. Wschr. 108, 982-984 (1958)
44. HOWARD, F.M. u.
S.J. SHAFER: Verletzungen des Schlüsselbeines mit neu-
rovasculären Komplikationen.
J. Bone St. Surg. 47-A, 1335-1346 (1965)
45. KNÖFLER, H.: Ein Beitrag zur optimalen operativen Be-
handlung der Claviculafraktur.
Chirurg 33, 308-311 (1962)
46. LABES, H.: Zur Spiessung der Clavicula und der Unter-
armfraktur durch Kirschner-Draht.
Zbl. Chir. 82, 1166-1170 (1957)
47. MEZZARI, A. u.
G. CORSI: Klinik und Therapie der Schlüsselbeinbrüche.
Minerva orthop. (Torino) 3, 82-86 (1952)
48. NEER, Ch.S.II: Die Fraktur des distalen Claviculaanteiles
mit Abriss der coracoclaviculären Bänder
beim Erwachsenen.
J. Trauma (Baltimore) 3, 99-110 (1963)
49. OPERTI, F.: Technik und Ergebnisse der Behandlung der
Schlüsselbeinbrüche mittels intramedullä-
rer Osteosynthese.
Minerva ortop. (Torino) 3, 97-101 (1952)
50. PENN, I.: Vasculäre Komplikationen bei Claviculafrak-
turen. Früh- und Spätfolgen an den benach-
barten arteriellen und venösen Gefässen
und sogar am Ductus thoracicus.
J. Trauma (Baltimore) 4, 819-831 (1964)
51. PERONI, L.: Die medulläre Osteosynthese in der Behand-
lung der Claviculafrakturen.
Arch. di Ortop. 63, 398-405 (1950)
52. PERRY, Ben F.: An improved Clavicula Pin.
Amer. J. Surg. 112, 142 (1966)

53. RICHARD, A.: Die operative Versorgung der Schlüsselbeinfraktur.
Med. Welt 1961, 2581-2582
54. RUSSO, G. u. G. LETITIA: Marknagelung der Schlüsselbeinfrakturen.
Minerva ortop. (Torino) 5, 445-451 (1954)
55. SCHANTZ, R. u. A. WILHELM: Zur Osteosynthese der Claviculafraktur.
Chir. 34, 154-157 (1963)
56. SCHULZ, C.H.: Beitrag zur Osteosynthese der Claviculafraktur mittels Kirschner-Draht.
Chirurg 37, 294 (1966)
57. SINIGAGLIA, D.: Die Infibulation der Markhöhle bei Schlüsselbeinbrüchen.
Minerva ortop. (Torino) 3, 87-89 (1952)
58. STRATER, P.: Über Verletzungen der Clavicula und ihre Behandlung.
Chirurg 28, 373-375 (1957)
59. VITTADINI, M.: Zur Behandlung der Claviculafrakturen.
Marknagelung durch Kirschner-Draht.
Boll. Soc. med.-chir. Pavia, 69, 57-80 (1955)
60. van de VOORDE, C. u. P. ALEXANDER: Die operative Osteosynthese der Clavicula, eine berechnigte Operation.
Acta orthop. belg. 17, 174-183 (1951)
61. WEHNER, W.: Die heutige Behandlung der Claviculafrakturen.
Dtsch. Gesundh.-Wesen 18, 1729-1734 (1963)
62. WITT, A.N. u. H. COTTA: Die operative Wiederherstellung der Clavicula und ihrer Gelenke.
Chir. Prax. 1958, 69-77.

IV. Supracondyläre Humerusfrakturen

63. BÖHLER, J.: Gedeckte Bohrdrahtosteosynthese kindlicher supracondylärer Oberarmbrüche.
Chir. Prax. 1959, 397-400
64. BÖHLER, L.: Behandlung der supracondylären Oberarmbrüche bei Kindern und Jugendlichen.
Mschr. Unfallheilk. 64, 1-14 (1961)
65. BRINKMANN, U.: Zum Mechanismus der Gefäßsdrosselung bei der supracondylären Humerusfraktur.
Zbl. Chir. 77, 1497-1499 (1952)
66. BRO-RASMUSSEN, F., Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen bei Kindern.
H.G. IVERSEN,

66. L. KURZ: Acta chir. scand. 116, 134-143 (1959)
67. EKESPARRE, W.v.: Die Behandlung der supracondylären Humerusfraktur im Kindesalter.
Dtsch. med. J. 2, 168-173 (1958)
68. FONTAINE, R., J.N. MULLER, L.U.DJORDEVIC: Die supracondyläre Humerusfraktur beim Kind und ihre Behandlung.
Lyon chir. 57, 518-530 (1961)
69. FORGON, M.: Percutane Drahtfixation der supracondylären Oberarmbrüche bei Kindern.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 46, 338-345 (1954)
70. GANDIN, J., Le SANN, Y. JAFFRY, E. DUCOURNAU: Operative Behandlung der queren supracondylären Oberarmbrüche beim Kind.
Semaine Hôp./ Am. chir. 1957, 1621-1627
71. HAMMOND, G.: Die Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen im Kindesalter.
Surg. Clin. N. Amer. 1952, 747-762
72. HAEMISCH, G. u. V. PAHLOW: Zur Behandlung der supracondylären Humerusfrakturen im Kindesalter.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 291, 135-142 (1959)
73. HECKER, W.Ch.: Zur percutanen Drahtfixierung supracondylärer Humerusfrakturen im Kindesalter.
Mschr. Unfallheilk. 60, 245-250 (1957)
74. HOYER, A.: Die Behandlung der supracondylären Humerusfraktur durch Extension auf einer Abduktionsschiene.
J. Bone Surg. 34-A, 623-637 (1951)
75. GRIGORESCO I. ION, D. AVACHIAN, N.M.GEORGESCO: Die "blutige" Behandlung des kindlichen supracondylären Oberarmbruches.
Acta chir. belg. 57, 251-260 (1958)
76. JAHNA, H.: Erfahrungen mit einer ungefährlichen konservativen Behandlungsmethode bei 73 stark verschobenen kindlichen supracondylären Oberarmbrüchen.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 50, 537-575 (1959)
77. JUDET, J., R. JUDET: Supracondyläre transversale Frakturen.
Med. infant. 65, Nr. 3, 13-20 (1958)
78. JUDET, J.: Behandlung der supracondylären Querbrüche des Humerus beim Kind.
Rev. Chir. orthoped. 39, 199-212 (1953)

79. KNÜPPER, H.: Die Fixation schwer einstellbarer Knochenbrüche durch schräge Drahtung.
Zbl. Chir. 77, 722-726 (1952)
80. KROTSCHKE, H.: Zur Behandlung der supra- und diacondylären Oberarmbrüche.
Klin. Med. (Wien) 16, 607-609 (1961)
81. KATZMANN, H.: Zur Behandlung supracondylärer Oberarmfrakturen bei Kindern.
Zbl. Chir. 90, 2089-2097 (1965)
82. KEMLEIN, W.: Percutane Markdrahtung bei Brüchen am oberen Humerusende.
Der Chirurg 38, 463 (1967)
83. LAURENCE, W.: Supracondyläre Humerusfrakturen bei Kindern.
Brit. J. Surg. 44, 143-147 (1956)
84. MANN, T.S.: Prognose der supracondylären Frakturen.
J. Bone Jt. Surg. 45-B, 516-522 (1963)
85. MASTURZO, M.,
A. ANLISIO: Zur "blutigen" Behandlung der supracondylären Oberarmbrüche.
Giorn. ital. Chir. 13, 69-84 (1957)
86. REHN, J.: Die Problematik gelenknaher Frakturen.
Mschr. Unfallheilk. 68, 196-206 (1965)
87. RICKLIN, P.: Zur Behandlung der supracondylären Humerusfrakturen im Kindesalter.
Schw. med. Wschr. 1957, 217-219
88. SAVENKO, N.F.: Supracondyläre Humerusfrakturen.
Ortop. Travm. Protez. 1962, Nr. 8, 19-22
(engl. Zusammenfassung)
89. SCHERER, F.: Die supracondyläre Humerusfraktur und ihre Behandlung an der Marburger Klinik.
Chirurg 20, 527-531 (1949)
90. SCHUMANN, H.D.,
H.J. NEUBERG: Behandlungsergebnisse der supracondylären Humerusfraktur.
Zbl. Chir. 80, 1120-1126 (1955)
91. SEBESTIK, Vl.: Erfahrungen mit der Heilung supracondylärer Brüche bei Kindern.
Zbl. Chir. 79, 1877-1879 (1954)
92. SHIPMAN, J.: Einrichtung der supracondylären Humerusfraktur mit Verschiebung nach rückwärts.
Lancet 1950, I., 68-69.

93. SPEAR, H.C.,
J.M. JANES: Über die Rupturen der A. brachialis als Komplikationen von Ellenbogenluxationen und von supracondylären Humerusfrakturen. J. Bone Surg. 33-A, 889-894 (1951)
94. VILMAR, W.: Zur percutanen Drahtfixierung supracondylärer Humerusfrakturen im Kindesalter. Mschr. Unfallheilk. 61, 315-316 (1958)
95. VILMAR, W.: Zur Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen bei Kindern. Zbl. Chir. 79, 798-803 (1954)
96. WENSE, G.: Ergebnisse der Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen bei Kindern. Arch. orthop. Unfall-Chir. 49, 355-360 (1957)
97. WITT, A.N.: Zur operativen Behandlung der supracondylären Humerusfraktur im Kindesalter. Chirurg 26, 488-491 (1955)
- V. Finger- und Mittelhandfrakturen, Zehen- und Mittelfussfrakturen
98. BUTT, W.D.: Handfrakturen; Behandlung und Ergebnisse. Canad. med. Ass. J. 86, 815-822 (1962)
99. CLIFFORT, R.H.: Die Marknagelung von Handbrüchen mit Kirschner-Drähten. Plast. Reconstr. Surg. 11, 366-371 (1953)
100. EUFINGER, H.: Frakturen der Handwurzel, der Mittelhand und der Finger. Medizinische 1958, 1292-1296, 1299-1300. ZO 153, 246 (1959)
101. FOCKE, W. u.
E. MERG: Erfahrungen in der Behandlung von Finger- und Mittelhandfrakturen. Arch. orthop. Unfall-Chir. 44, 625-629 (1951)
102. FOCKE, W., u.
E. MERG: Behandlungsergebnisse bei Finger- und Mittelhandfrakturen. Chirurg 22, 372-376 (1952)
103. GRIFFITHS, J.C.: Basisfrakturen des Metacarpale I. J. Bone Jt. Surg. 46-B, 712-719 (1964)
104. GÜNTHER, H.: Frakturen im basalen Bereich des I. Mittelhandknochens. Hefte Unfallhkl. H. 78, 100-101 (1964)
105. ILYENKOV, J.,
G.A. BARASHKOV: Die ambulante Behandlung von Phalangen und Metacarpalfrakturen durch intramedullären Stahlstift.

105. Vest. Chir. (Mosk.) 83, Nr. 7, 73-82 (1959)
106. KLEINSCHMIDT, W., A. WILHELM: Zur Behandlung der Bennettschen Fraktur. Chirurg 34, 407-410 (1963)
107. LATARTE, J., C. CEDARD: Basisfrakturen des Metacarpale I. Presse méd. 67, 610-613 (1959)
108. MENEGAUX, G., Ph. DETRIE: Die Behandlung der Frakturen an der Basis des I. MHK. Presse méd. 1953, 257-259
109. MOBERG, E.: Die Anwendung der Zugbehandlung bei Finger- und Mittelhandfrakturen. Acta chir. scand. (Stockh.) 99, 341-352 ((1950)
110. NIGST, H., P. WAIBEL: Zur Therapie der frischen Frakturen des Metacarpale I. Schweiz. med. Wschr. 1955, 557-561
111. HUGH R.C.NORMAN: Behandlung von Frakturen des I. MHK. Canad. Med. Assoc. J. 71, 584-587 (1954)
112. SINIGAGLIA, D.: Die operative Behandlung der frischen Frakturen der Metacarpalia und der Phalangen. Acta orthop. belg. 25, 420-431 (1959)
113. SPANGBERG, O., C. THORE: Bennettsche Fraktur, eine Behandlungsmethode mit Schrägzug. J. Bone Jt. Surg. 45-B, 732-736 (1963)
114. SUTRO, Ch.J.: Die Frakturen der Metacarpalien und der Fingergrundphalangen. Behandlung unter dem Gesichtspunkt, die Dislocatio ad peripheriam zu verhindern. Amer. J. Surg. 81, 327-332 (1951)
115. WIGGINS, H.E., W.D. BUNDENS jr.: Eine Methode zur Behandlung der dislozierten Brüche des I. MHK. J. Bone Surg. 36-A, 810-819 (1954)
116. HENNSGE, J.: Zur operativen Stabilisierung von Verrenkungsbrüchen des Vorfusses. Ein Beitrag zur Behandlung schwerer Fussverletzungen. Mschr. Unfallheilk. 61, 180-181 (1958)
117. McKEEVER, F.M.: Frakturen der Fusswurzel und der Mittelfussknochen. Surg. 90, 735-745 (1950)
118. KRIEG, O.R.: Zur Behandlung von Frakturen des Metatarsale I. Mschr. Unfallheilk. 60, 175-178 (1957)

Mein besonderer Dank gilt

Herrn Dr. med. E. RASCHKE für die Überlassung des Themas und
für seine persönlichen Ratschläge,

Herrn Prof. Dr. med. H. ROHR für die Überlassung des Krankengutes,

Herrn Prof. Dr. med. H. SCHÖBER für die Überlassung der Röntgenbilder,

Herrn Prof. Dr. med. A. GÜTGEMANN für die freundliche Übernahme
des Referates.

Lebenslauf

Am 29. Dezember 1935 wurde ich, Johannes Heinz BAUMBACH, als Sohn von Peter und Helene BAUMBACH in Düsseldorf geboren. Von August 1941 bis März 1946 besuchte ich die Volksschule in Düsseldorf-Urdenbach. Im April 1946 wurde ich in das Humanistische Gymnasium in Düsseldorf-Benrath aufgenommen und legte hier im März 1956 die Reifeprüfung ab.

Das Studium der Medizin begann ich im Sommer 1956 an der Philippe Universität in Marburg und setzte es im Sommer 1957 an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg fort. Dort studierte ich zusätzlich Soziologie bis zum Sommer 1960. Im Wintersemester 1960/61 kam ich nach Bonn an die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität. Hier legte ich am 1. August 1961 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 1. August 1963 die Ärztliche Vorprüfung ab. Am 13. Februar 1967 bestand ich das Medizinische Staatsexamen.

Als Medizinalassistent war ich vom 1. März bis 30. September 1967 an der Medizinischen Universitätsklinik in Bonn unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. A. HEYMER tätig, vom 1. Oktober bis 31. Juli 1968 an der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses in Siegburg unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. H. ROHR und vom 1. August 1968 bis 28. Februar 1969 an der Geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung des Johanniter-Krankenhauses in Bonn unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. W. BÜTTNER.

Seit 1. März 1969 arbeite ich als Assistenzarzt in der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses in Siegburg.

Am 5. März 1969 erhielt ich die Bestallung als Arzt.

